

Bearing Tester

Anleitung





Inhalt

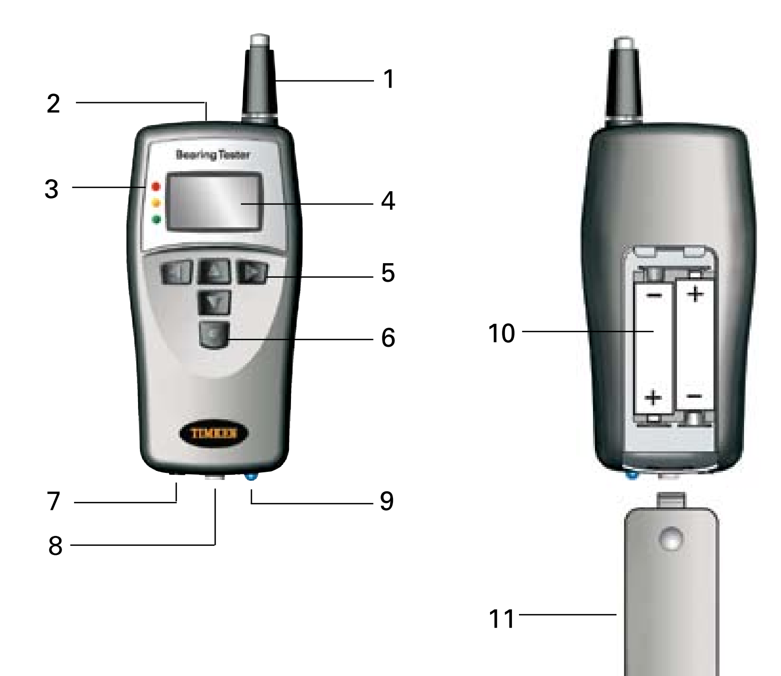
Dokumentgliederung

Dieses Benutzerhandbuch enthält wertvolle Informationen über den Bearing Tester, beginnend mit allgemeiner Information über die Geräteteile, Anwenderinterface, Batterien und Einstellungen. Dem folgt ein Kapitel über die Theorie der Stoßimpulsmessung. Es ist ratsam, dass Sie dies lesen, da es für die richtige Bewertung der Messergebnisse erforderlich ist. Der Theorie folgt ein Kapitel, in dem die praktische Anwendung des Gerätes beschrieben wird und wie man Messergebnisse bestätigt und auswertet. Verweise auf Symbole, Display und Gerätemodus sind fett geschrieben. Hinweise auf Gerätetasten sind in Großbuchstaben.

Geräteübersicht

Geräteteile

1. Tastsonde
2. Temperatur IR-Sensor
3. Zustandsanzeige
4. Grafikdisplay
5. Navigationstasten
6. Messtaste und Power On
7. Kopfhörerausgang
8. Aufnehmereingang
9. Mess-LED
10. Batteriefach
11. Seriennummer



Allgemeine Beschreibung

Der Bearing Tester ist ein Stoßimpulsmessgerät, das auf der bewährten Timken Methode zur schnellen und einfachen Bewertung des Lagerzustandes basiert. Das Gerät hat einen eingebauten Mikroprozessor, der die Stoßimpulsmuster von allen unterschiedlichen Kugel- und Rollenlager analysiert und eine ausgewertete Zustandsinformation über die Betriebsbedingung des Lagers liefert.

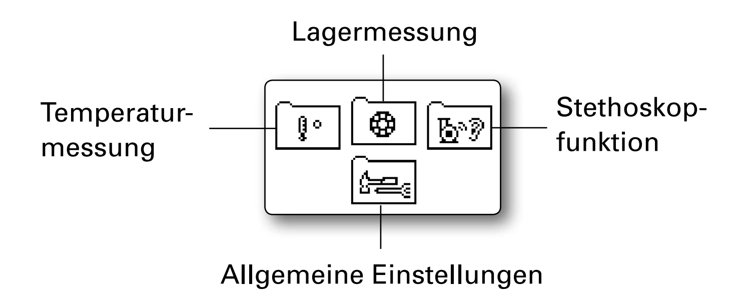
Der Bearing Checker ist batteriebetrieben und wurde für raue Industriebedingungen entwickelt. Das Grafikdisplay (4) zeigt das Messergebnis und die LED Zustandsanzeige (3) liefert eine sofortige Bewertung des Lagerzustandes in grün-gelb-rot.

Der Stoßimpulsaufnehmer (1) in Form einer Tastsonde ist eingebaut. Alle unterschiedlichen Timken Stoßimpuls-Aufnehmer für Messnippel und fixe Installationen können auch verwendet werden und müssen am Aufnehmereingang (8) angeschlossen werden. Der dBi-Wert wird ins Gerät eingegeben und die Messing wird mittels Messtaste (6) gestartet. Der aktuelle Zustand wird am Grafikdisplay (4) als Teppichwert “dBc” und Maximalwert “dBm” angezeigt. Die Zustandsanzeige (3) zeigt den ausgewerteten Lagerzustand in grün-gelb-rot an. Zum Abhören des Stoßimpulsmusters können Kopfhörer am Ausgang (7) angeschlossen werden.

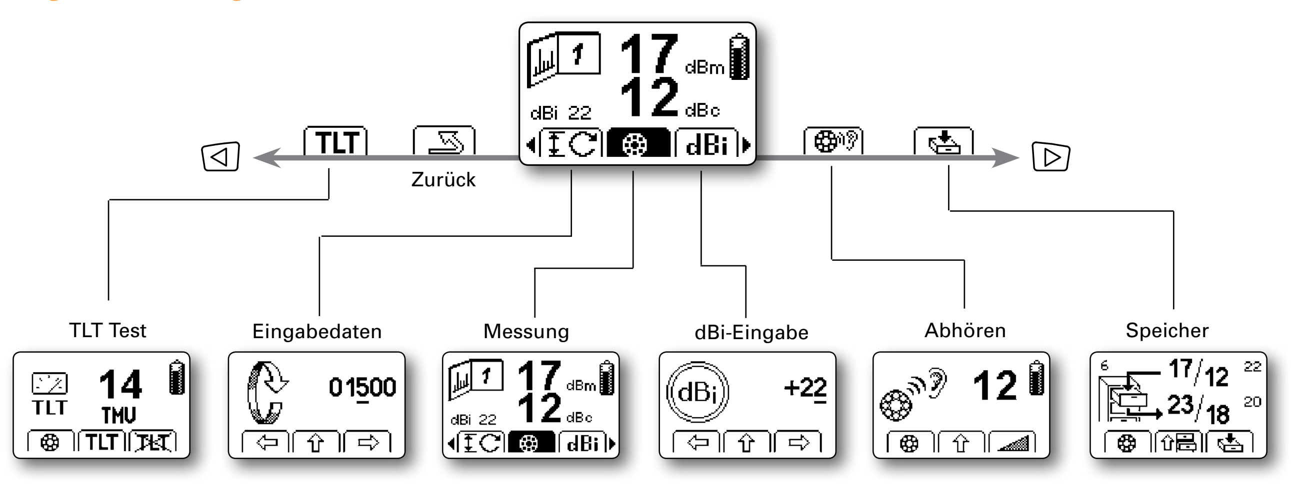
Der Bearing Tester kann zusätzlich die Oberflächentemperatur über den IR-Sensor (2) messen. Die Maschinengeräusche können mittels Kopfhörer und der Stethoskopfunktion abgehört werden.

Display und Symbole

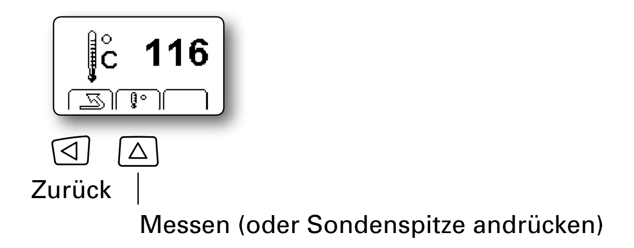
Hauptdisplay



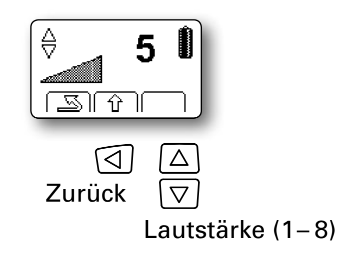
Lagermessung



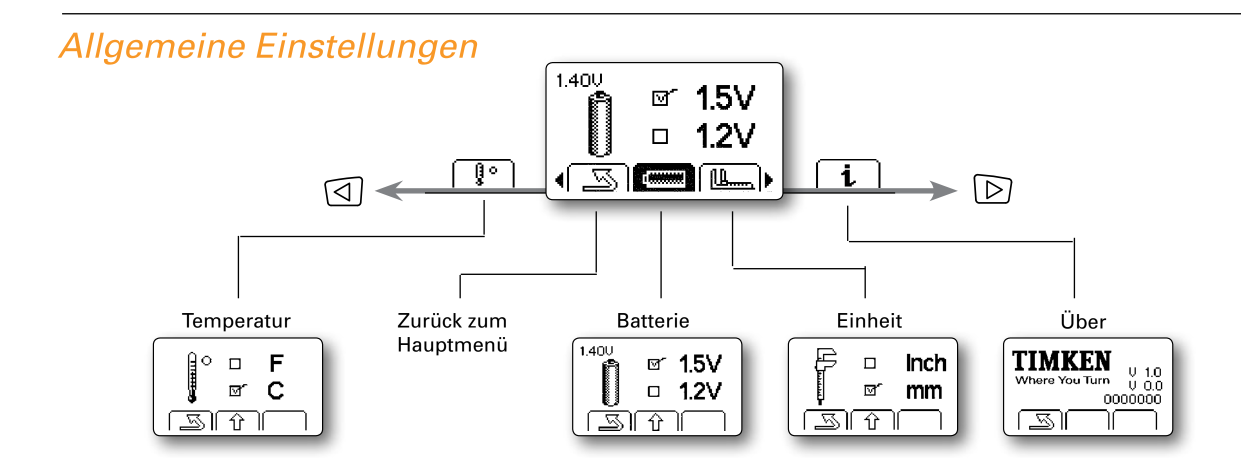
Temperaturmessung



Stethoskopfunktion



Allgemeine Einstellungen



Inbetriebnahme

Durch Drücken der Messtaste (6) wird das Gerät eingeschaltet.

Einstellungen und Messmodus werden über die Pfeiltasten (5) ausgewählt.

Die Messung startet automatisch, wenn die eingebaute Tastsonde angedrückt wird. Bei externen Sonden wird die Timken Messung durch Drücken der Messtaste (6) manuell gestartet.

Die blaue Mess-LED (9) hört zu leuchten auf, wenn der Timken Messzyklus komplettiert ist.

Die grüne, gelbe und rote LED (4) neben dem Display zeigen den Lagerzustand nach der Timken Messung an.

Wird das Gerät nicht verwendet, schaltet es nach 2 Minuten automatisch ab. Es kann auch abgeschaltet werden, indem man die LINKS und RECHTS Pfeiltasten gleichzeitig drückt.

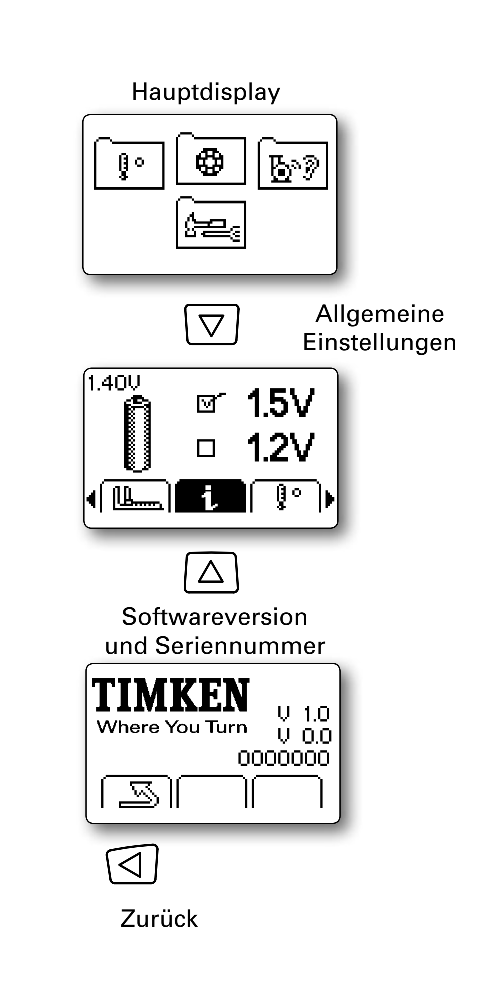
Wird das Gerät wieder eingeschaltet, setzt es im letzten Modus for.



Seriennummer and Softwareversion

Um festzustellen welche Softwareversion im Gerät ist und welche Seriennummer das Gerät hat, geht man zum Hauptdisplay.

Drücken Sie die RUNTER Pfeiltaste um zu den Allgemeinen Einstellungen zu gelangen. Markieren Sie mit den LINKS/RECHT Pfeiltasten das Timken Symbol und drücken dann die RAUF Pfeiltaste um die Softwareversion und die Seriennummer zu sehen.
Um ins Hauptmenü zurückzugelangen, drücken Sie die LINKS/RECHT Pfeiltasten um das Zurück-Symbol zu markieren und drücken dann die RAUF Pfeiltaste.



Batterien

Das Gerät wird durch zwei MN 1500 LR6 Batterien versorgt. Es können Alkalibatterien oder Akkus verwendet werden.

Beachten Sie, dass die Akkus zum Aufladen aus dem Gerät entfernt werden müssen. Das Batteriefach befindet sich auf der Rückseite. Zum Öffnen des Faches muss man den Deckel andrücken und verschieben. Der Batterietest im Einstellmenü zeigt die aktuelle Batteriespannung.

Das Batteriesymbol zeigt an, wenn die Batterien getauscht bzw. aufgeladen werden müssen.

Die Batterielebensdauer hängt vom Gebrauch des Gerätes ab. Die volle Leistung wird nur beim Messen verbraucht: vom Drücken der Messtaste bis ein Messwert angezeigt wird.

Wird das Gerät eine längere Zeit nicht benötigt, sollten die Batterien entfernt werden.

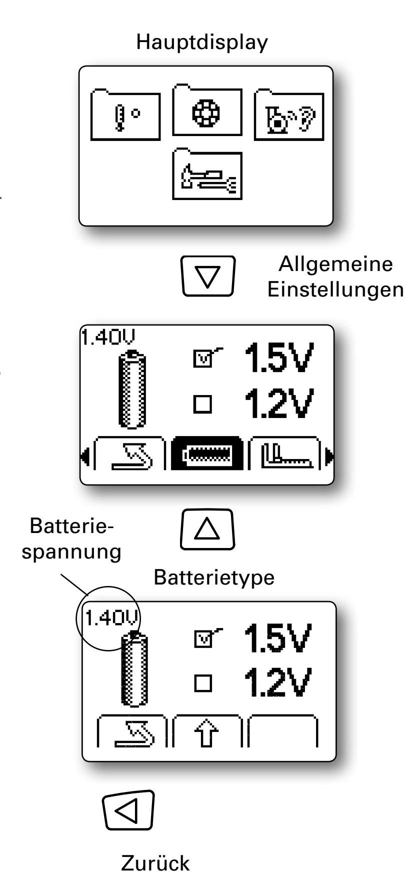


Batterietest

Für die genaue Batteriespannung, gehen Sie zum Batterie-Einstellmenü: Im Hauptdisplay drücken Sie die RUNTER Pfeiltaste, um zu den Allgemeinen Einstellungen zu gelangen. Mit den LINKS/RECHT Pfeiltasten markieren Sie das Batteriesymbol und drücken dann die RAUF Pfeiltaste um zur Batterieeinstellung zu gelangen.

Die aktuelle Batteriespannung wird in der linken oberen Ecke angezeigt.

Um zu den Allgemeinen Einstellungen zurückzukehren, drücken Sie die LINKS Pfeiltaste.



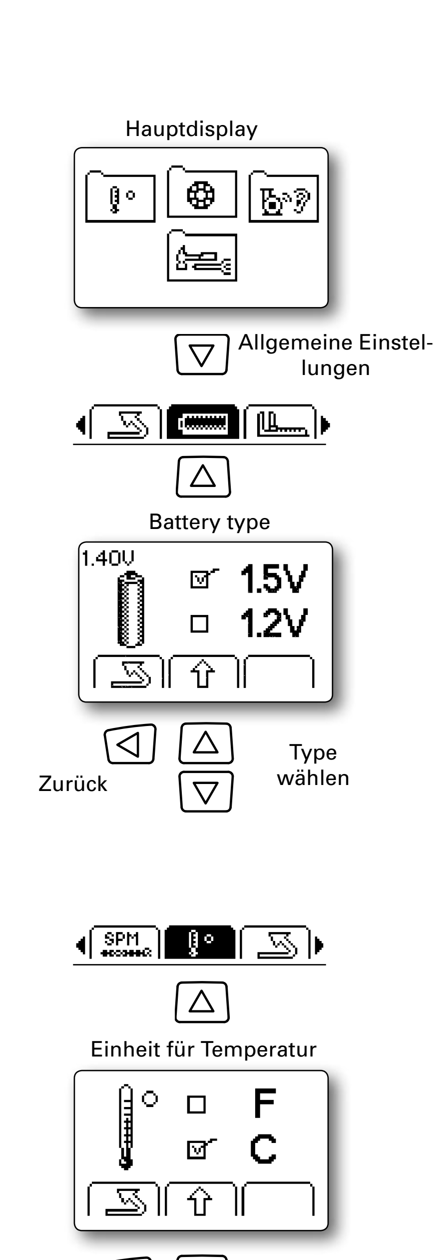
Einstellungen

Batterietype

Im Bearing Checker können Alkalibatterien oder Akkus verwendet werden. Die Batterietype hat keinen Einfluss auf die Gerätefunktionen, soll aber eingestellt werden, damit der Batteriezustand richtig angezeigt wird.

Im Hauptdisplay drücken Sie die RUNTER Pfeiltaste, um zu den Allgemeinen Einstellungen zu gelangen. Mit den LINKS/RECHT Pfeiltasten das Batteriesymbol markieren und drücken dann die RAUF Pfeiltaste um zur Batterieeinstellung zu gelangen. Mit den RAUF/RUNTER Pfeiltasten die Batterietype auswählen (1,2 V für Akkus, 1,5 V für Alkalibatterien). Um zu den Allgemeinen Einstellungen zurückzukehren, drücken Sie die LINKS Pfeiltaste.

Mit den LINKS/RECHT Pfeiltasten das Zurück-Symbol markieren und die RAUF Pfeiltaste drücken, um zum Hauptdisplay zurückzukehren.



Einheit für Temperaturmessung

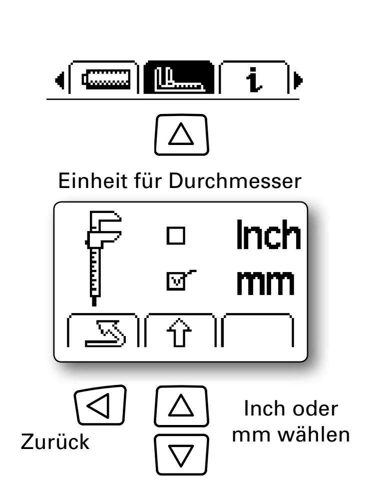
Die Temperatur kann entweder in Celsius oder Fahrenheit angezeigt werden. Zum Auswählen der Maßeinheit im Hauptdisplay die RUNTER Pfeiltaste drücken, um zu den Allgemeinen Einstellungen zu gelangen. Mit den LINKS/RECHT Pfeiltasten das Temperatursymbol markieren und dann die RAUF Pfeiltaste drücken. Mit den RAUF/RUNTER Pfeiltasten die Maßeinheit auswählen. Zum Speichern und zur Rückkehr zu den Allgemeinen Einstellungen, drücken Sie die LINKS Pfeiltaste.

Mit den LINKS/RECHT Pfeiltasten das Zurück-Symbol markieren und die RAUF Pfeiltaste drücken, um zum Hauptdisplay zurückzukehren.

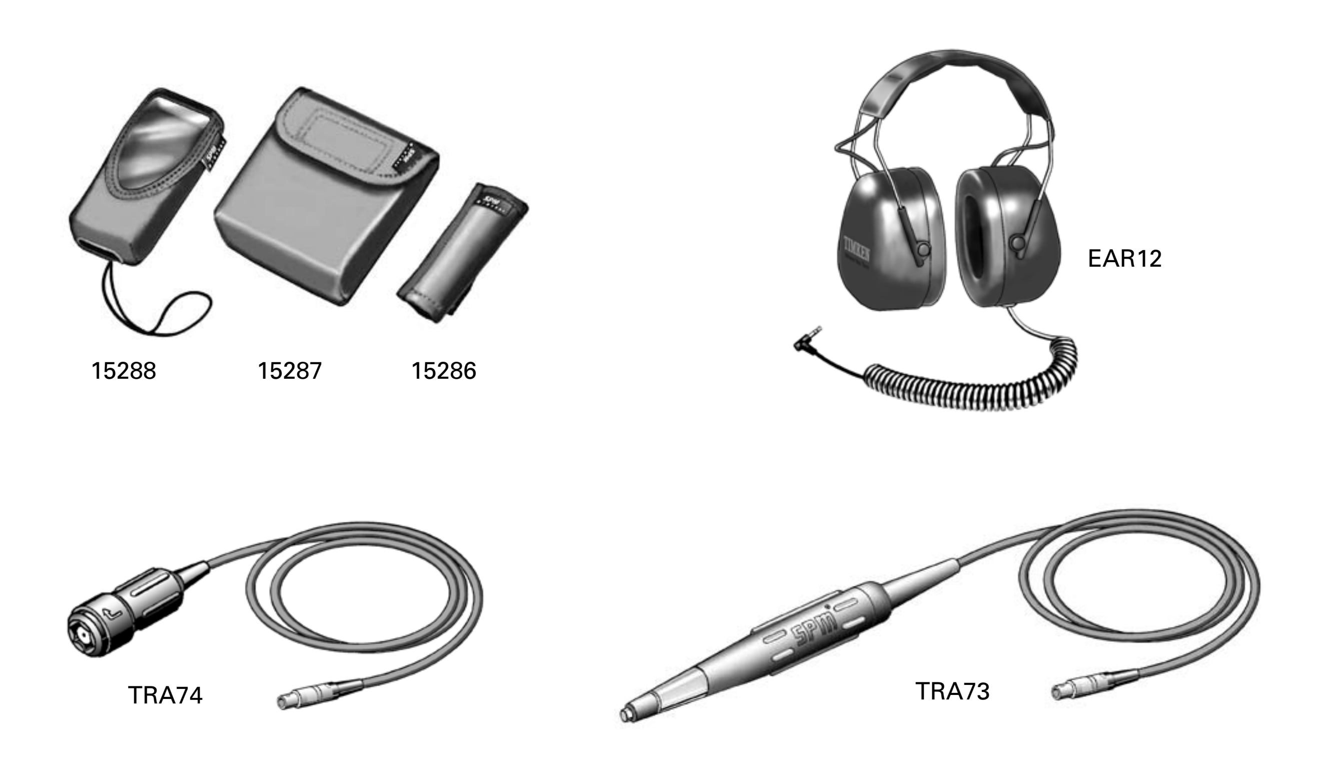
Einheit für Einstellen des Lagerdurchmessers

Der Lagerdurchmesser kann entweder in mm oder in Inch angezeigt werden. Zum Auswählen der Maßeinheit die RUNTER Pfeiltaste drücken, um zu den Allgemeinen Einstellungen zu gelangen. Mit den LINKS/RECHT Pfeiltasten das Messsymbol markieren und dann die RAUF Pfeiltaste drücken. Mit den RAUF/RUNTER Pfeiltasten die Maßeinheit auswählen. Zum Speichern und zur Rückkehr zu den Allgemeinen Einstellungen, drücken Sie die LINKS Pfeiltaste.

Mit der LINKS Pfeiltasten das Zurück-Symbol markieren und die RAUF Pfeiltaste drücken, um zum Hauptdisplay zurückzukehren.



Zubehör



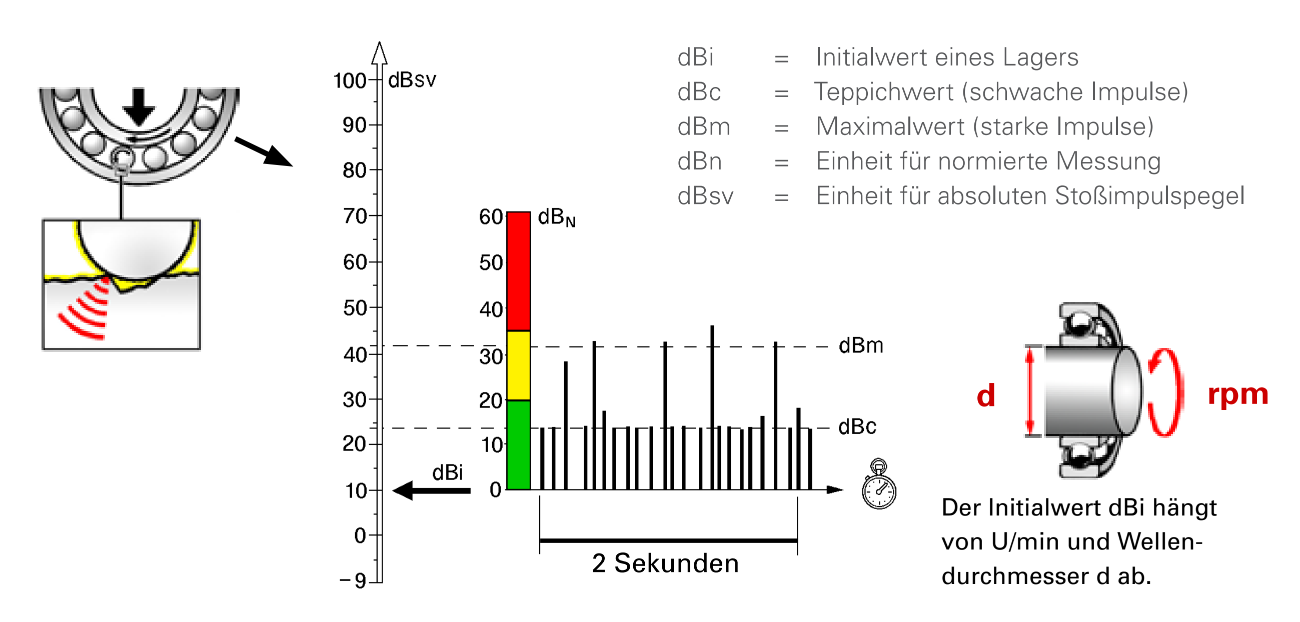
Zubehör

EAR12 Kopfhörer mit Gehörschutz
TRA73 Handtastsonde
TRA74 Aufnehmer mit Schnellkupplung für Messnippel
CAB52 Messkabel, 1,5 m, Lemo - BNC steckbar
15286 Gürteltasche für Handtastsonde
15287 Gürteltasche für Zubehör
15288 Schutzhülle mit Tragriemen
15455 Schutzhülle mit Gürtelclip und Tragriemen
93363 Kabeladapter, Lemo - BNC
93062 Kabeladapter, BNC - TNC, Stecker-Kupplung

Ersatzteile

13108 Gummihülse für Sondenspitze, Neopren, max.110 °C (230 °F)

Lagerzustandsmessung



Die Stoßimpulsmethode

Der Bearing Tester misst nach der Stoßimpuls-Methode. Messungen mit der Timken Methode sind ein direktes Maß der Aufprallgeschwindigkeit, d.h. der Geschwindigkeitsunterschied zweier Körper im Moment des Aufpralles. Der Aufprall verursacht eine Druckwelle, die sich in beiden Körpern ausbreitet. Die Amplitude der Druckwelle ist eine Funktion der Aufprallgeschwindigkeit und wird nicht durch die Masse und Form der kollidierenden Körper beeinflusst. Stoßimpulse in einem Kugel- oder Rollenlager werden durch den Aufprall der Wälzkörper auf der Lagerbahn verursacht. Diese Stoßimpulse breiten sich im Lager und Lagergehäuse aus. Umfangreiche Erfahrung bestätigt, dass es einen einfachen Zusammenhang zwischen den Betriebsbedingungen des Lagers und den Wert der Stoßimpulse gibt.

Ein Aufnehmer erfasst die Stoßimpulse in einem Lager. Das Aufnehmersignal wird im Mikroprozessor des Messgerätes weiterverarbeitet und die gemessenen Stoßimpulswerte werden am Display angezeigt. Ein Kopfhörer kann am Gerät zum Abhören der Stoßimpulse angeschlossen werden. Bitte beachten, das dieses Messgerät nicht für Gleitlager geeignet ist.

Stoßimpulse sind kurzzeitige Druckwellen, die durch mechanische Stöße erzeugt werden. Mechanische Stöße entstehen in allen Wälzlagern aufgrund der Oberflächenrauhigkeit von Wälzkörpern und Lagerbahn. Die Stärke der Stoßimpulse hängt von der Aufprallgeschwindigkeit ab.

Teppichwert dBc

Die Oberflächenrauhigkeit in der Abrollzone zwischen Wälzkörper und Lagerbahn verursacht eine schnelle Folge von Stoßimpulsen. Die Stärke dieser Stöße wird durch den Teppichwert dBc (decibel carpet value) ausgedrückt. Der Teppichwert dBc ist ein direktes Maß für die Schmierfilmdicke in der Abrollzone.
Der Teppichwert ist niedrig, wenn Wälzkörper und Lagerbahn vollständig bzw. fast vollständig durch einen Schmierfilm getrennt sind. Der Teppichwert dBc steigt, wenn die Schmierfilmdicke abnimmt (hervorgerufen durch schlechte Ausrichtung, Montagefehler und Schmiermittelmangel) und es häufiger zu metallischen Kontakt zwischen den Oberflächen kommt.

Maximalwert dBm

Lagerschäden, d.h. relativ große Unregelmäßigkeiten in der Oberfläche, verursachen einzelne Stoßimpulse mit hoher Amplitude in unregelmäßigen Abständen. Der höchste gemessene Stoßimpulswert wird Maximalwert dBm (decibel maximum value) genannt. Der Maximalwert dBm wird zur Bestimmung des Betriebszustandes des Lagers herangezogen. Der Teppichwert dBc hilft, die Ursache für reduzierte oder schlechte Betriebsbedingungen zu analysieren

Normierte und unnormierte Ergebnisse

Der Bearing Tester misst die Aufprallgeschwindigkeit ein einem großen dynamischen Bereich. Zur Vereinfachung des Ergebnisses und der Auswertung, wird eine logarithmische Maßeinheit verwendet:
decibel shock value (dBsv).

dBsv ist die allgemeine Maßeinheit für Stoßimpulse. Werden die Stoßimpulse eines Lagers in dBsv gemessen, erhält man einen Wert für deren Stärke, z.B. 42 dBsv. Dies ist jedoch nur ein Teil der Information der benötigt wird, um den Betriebszustand des Lagers zu beurteilen. Was wir noch brauchen ist ein Vergleichswert, d.h. einen Normwert für gleiche oder ähnliche Lager.

Solche Normwerte wurden empirisch ermittelt, indem die Stoßimpulse einer großen Anzahl von neuen und perfekten Kugel- und Rollenlagern gemessen hat. Diese Werte sind der Initialwert dBi (decibel initial). Der dBi-Wert kann manuell eingegeben werden, oder das Gerät berechnet ihn aus Wellendurchmesser und Drehzahl (siehe Kapitel “Eingabedaten”). Der höchste dBi-Wert der eingegeben werden kann ist +60, der kleinste -9. Kleinere Werte führen zu dBi “--” und einer unnormierten Messung (siehe unten).

Wird der dBi-Wert vom dBsv-Wert abgezogen, erhält man einen “normierten” Stoßimpulswert dBn (decibel normalized) für das Lager, z.B. 42 dBsv - 10 dBi = 32 dBn. Der normierte Stoßimpulswert dBn ist die Maßeinheit für den Betriebszustand von Lagern. Ein Maximalwert von 32 dBn bedeutet “32 dB über dem Normalwert”, was “verminderter Betriebszustand” für des gemessene Lager bedeutet. Wird der Bearing Checker vor der Messung mit dem dBi-Wert programmiert, wird der Lagerzustand direkt auf der Zustandsanzeige als “grün-gelb-rot” für “guter”, “verminderter” und “schlechter Zustand” angezeigt. “Schlechter Betriebszustand” kann gleichbedeutend mit “Lagerschaden” sein, es kann aber auch eine Anzahl anderer “Lagerfehler”, die mit der Stoßimpulsmessung erkannt werden können, bedeuten. Der Initialwert dBi eines Lagers steht in direkter Beziehung mit der Drehzahl und dem Wellendurchmesser.

Der absolute Stoßimpulspegel eines Lagers, gemessen in dBsv (decibel shock value), ist sowohl abhängig von der Abrollgeschwindigkeit, als auch vom Lagerzustand. Der dBi-Wert des Lagers muss eingegeben werden, damit der Effekt der Abrollgeschwindigkeit aufgehoben wird.
Der Bearing Tester misst die in einem bestimmten Zeitraum auftretenden Stoßimpulse und zeigt diese an:

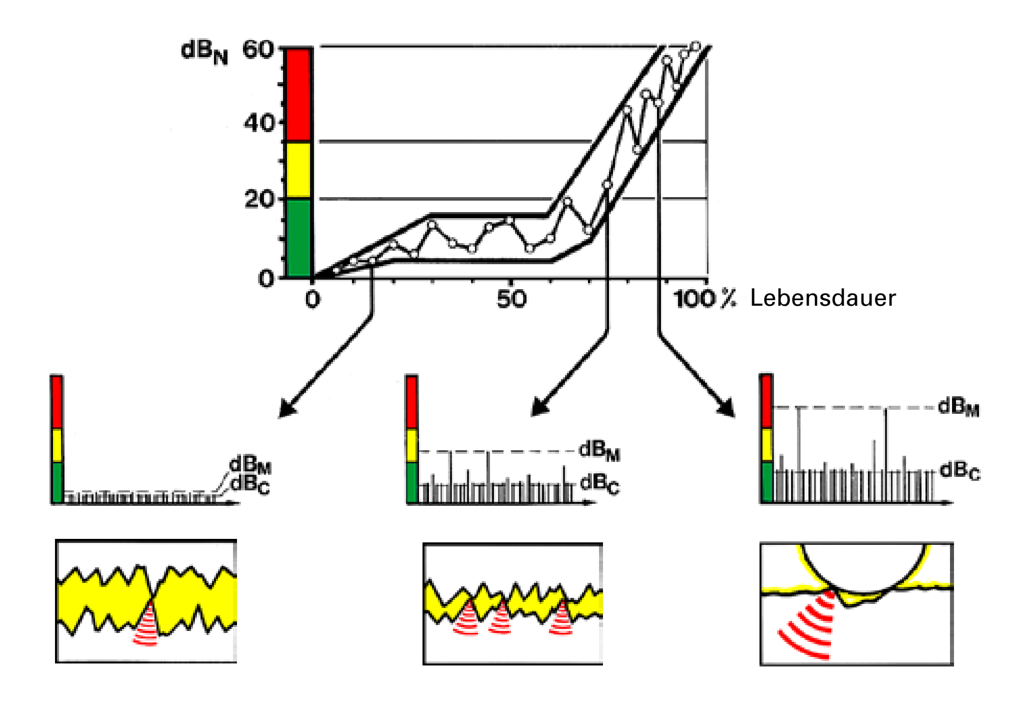
- als Maximalwert dBm für die relativ geringe Anzahl von starken Stoßimpulsen.
- als Teppichwert dBc für die große Anzahl der schwächeren Stoßimpulse.
- als leuchtende LED auf der Zustandsskala (nur für normierte Messungen): grün für bis zu 20 dBn = guter Zustand, gelb für 21-34 dBn = Vorsicht, rot für 35 dBn und darüber = schlechter Zustand.

Der Maximalwert dBm bestimmt die Position des Lagers auf der Zustandsskala. Der Unterschied zwischen dBm und dBc wird zur genaueren Ursachenanalyse für den verminderten oder schlechten Zustand herangezogen.

Unnormierte Ergebnisse

Für unnormierte Messungen wird der dBi-Wert auf “--” gestellt (siehe Kapitel “Eingabedaten”). Man misst dann in dBsv (absoluter Stoßimpulswert) und erhält keine Zustandsinformation, da diese nur für normierte Messergebnisse dBn gilt. Diese Methode wird für Vergleichsmessungen zwischen verschiedenen Lagern und/ oder anderen Stoßimpulsquellen verwendet.

Die dBm/dBc - Technik



Die dBm/dBc – Technik wird seit mehr als 30 Jahren erfolgreich und weit verbreitet eingesetzt. Sie ist gut geeignet für die industrielle Zustandsüberwachung, da nur einige leicht zu verstehende Eingabedaten bzw. Ausgabewerte benötigt werden.

Sogar auf einer logarithmischen Skala unterscheidet sich normalerweise gute Lager von schlechten Lagern durch einen deutlichen Anstieg im Maximalwert. Deshalb haben kleinere Ungenauigkeiten bei den Eingabedaten (Drehzahl und Wellendurchmesser) kaum einen Einfluss auf das ausgewertete Messergebnis.

Der Schmierzustand wird durch den Delta – Wert, d.h. dem Unterschied zwischen dBm und dBc, bestimmt. Hohe Ergebnisse und ein kleiner Delta – Wert zeigen schlechte Schmierung oder Trockenlauf an. Dies ist für Instandhaltungszwecke ausreichend.

dBm und dBc werden für einem fixen Zeitraum gemessen und automatisch angezeigt.

Der Kopfhörer wird verwendet um das Stoßimpulsmuster bei Bedarf (verdächtige bzw. hohe Werte) abhören zu können. Dies und die Möglichkeit die Stoßimpulsquelle mittels Handtastsonde zu lokalisieren ist ein Weg die Richtigkeit und Ursache eines Messwertes zu bestätigen.

Regeln für die Messpunkte

Die Regeln für die Auswahl der Messpunkte haben einen praktischen Grund. Wir versuchen Signale mit niedrigem Energiegehalt aufzunehmen, die zusätzlich noch schwächer werden je weiter sie sich ausbreiten und je öfter sie in einem Metallteil irgendwo abprallen. Wir wissen auch, dass sie schwächer werden wenn sie von einem Metallteil auf einen anderen übertreten (Öl zwischen den beiden Teilen vermindert den Effekt). Wir können allerdings nicht für sämtliche Anwendungen wissen wie viel des vom Lager erzeugten Signals am Messpunkt ankommt. Aus Gründen der Notwendigkeit versuchen wir allgemeine Auswertungsregeln anzuwenden, d.h. wir behandeln alle Messsignale als wären sie von gleicher Qualität.

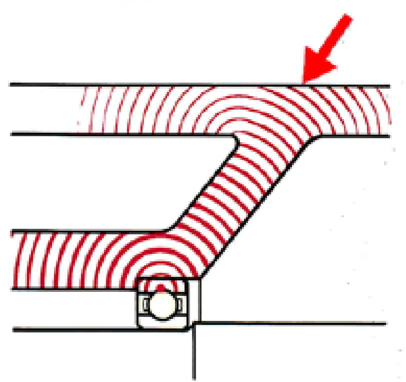
Die Regeln für die Auswahl der Timken Messpunkte ermöglichen mit ausreichender Genauigkeit, das die grün-gelb-rote Bewertungsskala für die meisten Messpunkte gültig ist:

1. Der Signalweg zwischen Lager und Messpunkt soll so kurz und geradlinig wie möglich sein.
2. Der Signalweg darf nur eine Materialunterbrechung, nämlich die zwischen Lager und Lagergehäuse, aufweisen.
3. Der Messpunkt soll in der Lastzone des Lagers liegen.

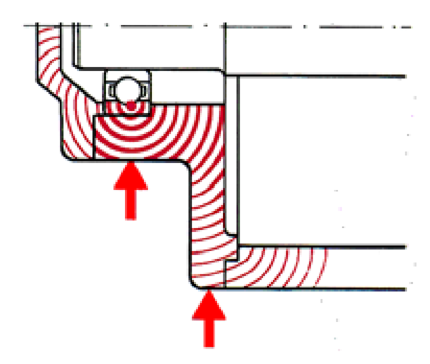
"Kurz" bedeutet bis zu 75 mm, aber das hängt auch vom Signalweg ab: Krümmungen lenken das Signal ab oder reflektieren es, wodurch diese Effekte schwer zu beurteilen sind. Die Lastzone ist der Teil des Lagergehäuses, der die Last trägt liegt daher normalerweise in der unteren Hälfte des Lagergehäuses.

Zu beachten ist auch wie die Lagerbelastung durch den Zug eines Riemens bestimmt wird. Suchen Sie mit der Handtastsonde nach dem Punkt mit dem stärksten Signal. Entspricht ein Messpunkt nicht den Regeln (da der ideale Punkt nicht zugängig ist), berücksichtigen Sie, dass das Signal abgeschwächt sein kann.

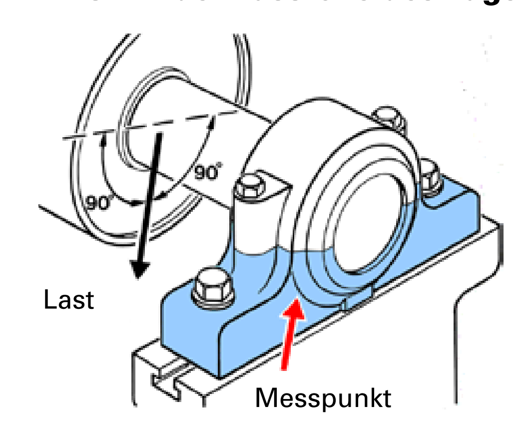
1. Gerader und kurzer Weg



2. Keine Unterbrechung !



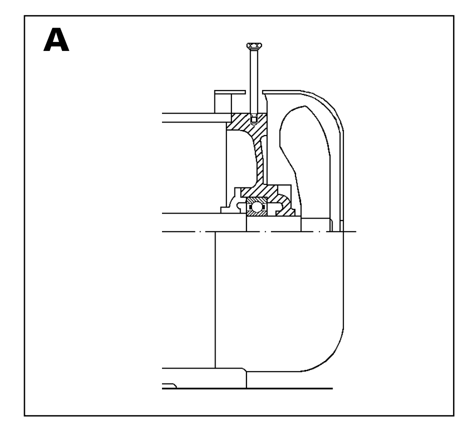
3. In der Lastzone des Lagers



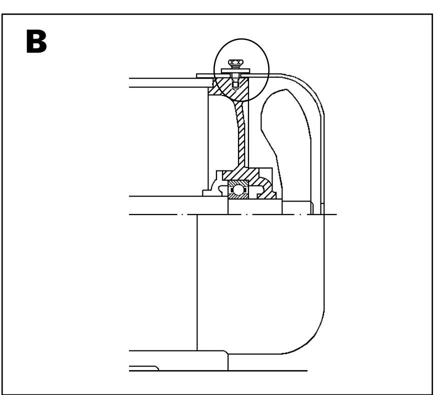
Messpunkte, Beispiele

Die folgenden Beispiele zeigen praxisgerechte Auswahl von Messpunkten mit Montagebeispielen der Aufnehmer bzw. Adapter. Die korrekte Montage ist im Timken Installationshandbuch ist detailliert beschrieben.

Bohrung für langen Messnippel
Durch eine Bohrung in der Lüfterabdeckung kann der Messpunkt mit dem langen Messnippel erreicht werden (Fig. A).

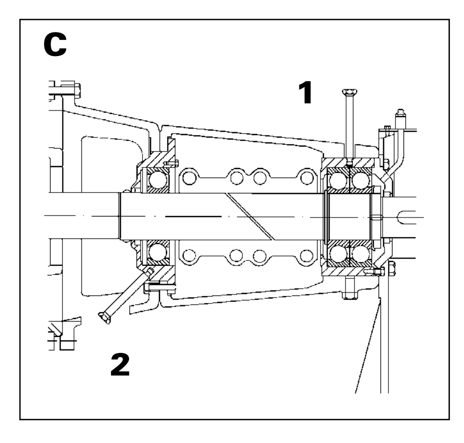


Messnippel mit Kontermutter
Das Lüftergehäuse ist direkt auf dem Lagergehäuse angebracht. Dann kann eine Befestigungsschraube des Gehäuses durch den Messnippel mit Kontermutter ersetzt werden (Fig. B).



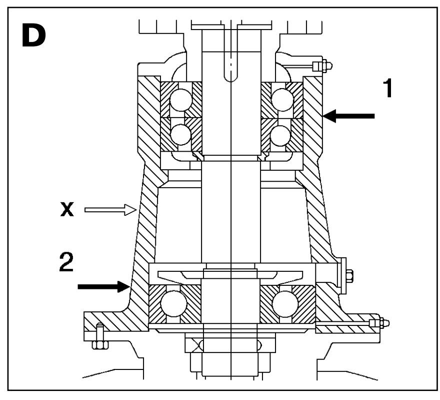
Lagergehäuse in Lagerschalen
In jedem Fall müssen Sie die Maschinenzeichnungen kontrollieren, um den idealen Messpunkt ausfindig zu machen.
Bei Pumpen können die Lagerschalen der Wälzlager unterschiedlich ausgebildet sein (Fig. C).

Das Wälzlagerpaar bei Messpunkt 1 kann mit einem langen Messnippel durch eine Bohrung Richtung Lagerschale erreicht werden. Dabei muss die Bohrung groß genug sein, so dass eine Lagereinstellung noch möglich ist aber metallischer Kontakt zwischen Lagerschale und Adapter ausgeschlossen wird. Messpunkt 2 unterhalb und gegenüber dem Pumpenauslass (Lastzone) kann mit einem langen Messnippel durch eine Öffnung im Pumpengehäuse erreicht werden.

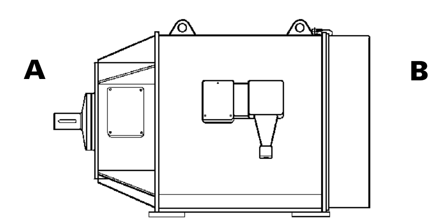


Mehrere Lager in einem Gehäuse
Diese Lageranordnung wird wie ein einziges Lager betrachtet da wie z.B. bei dieser Vertikalpumpe (Fig. D) nicht unterschieden werden kann, von welchem Lager bei 1 die Stoßimpulse stammen.

Außerdem kann eine Signalübertragung (Crosstalk) zwischen Punkt 1 und 2 stattfinden, d.h. man misst immer das schlechteste Lager. Prüfen Sie die Signalstärke mit der Handtastsonde. Sind die Ergebnisse auf beiden Punkten gleich, braucht nur ein Messpunkt gewählt werden. Dieser Punkt kann (x) kann in der Mitte zwischen Punkt 1 und Punkt 2 liegen.

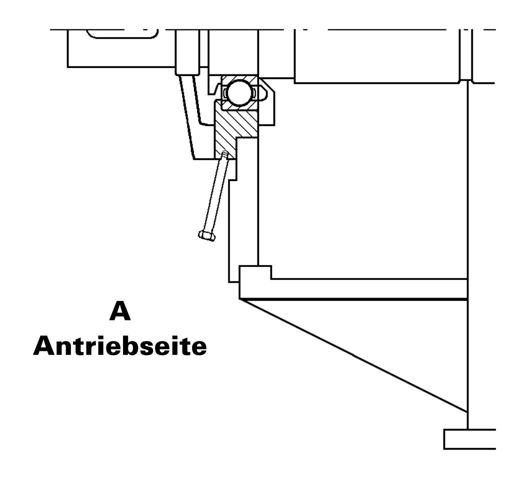


Bei großen Elektromotoren sind die Lager häufig in Lagerschalen angeordnet, die fest verschweißt sind. Aufgrund der auftretenden Signaldämpfung sollte der Messpunkt deshalb auf oder in der Nähe der Lageschale angeordnet werden.



Die antriebsseitige Lagerschale (A) ist in der Regel gut zu erreichen. Mit einem langen Messnippel, der schräg montiert ist, bleibt so genügend Platz, um den Aufnehmer zu befestigen.

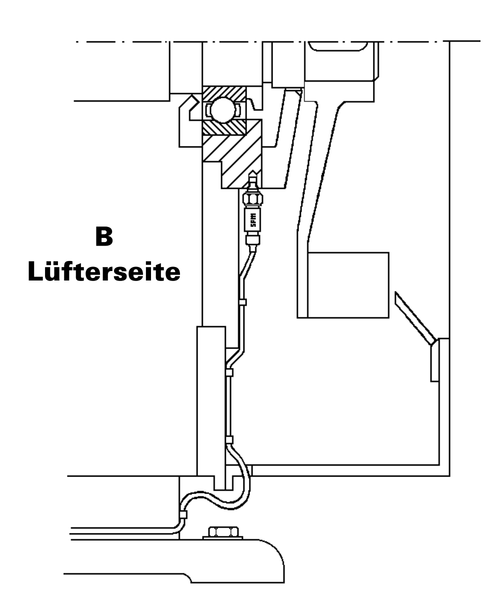
Das lüfterseitige Lager (B) erfordert eine Festinstallation des Aufnehmers. Dieser wird ebenfalls in der Lagerschale montiert. Durch einen Schlitz der Lüfterabdeckung kann das Koaxialkabel zum Messanschluss verlegt werden.



Installiertes Messzubehör überprüfen

Falsch installierte Messnippel oder Aufnehmer können eine beträchtliche Dämpfung des Messsignals verursachen.

Alle Installationen überprüfen. Vergewissern Sie sich, dass die Montagebohrungen korrekt angesenkt sind, und dass der Konus des Messnippels fest auf dem Lagergehäuse aufsitzt. Jeder Metallteil, der gegen den Messnippel schlägt oder an ihm reibt, verursacht Störimpulse. Diese werden durch richtige Montage (große Durchführungslöcher mit weicher, elastischer Abdichtung) verhindert.



Verwenden Sie temperaturbeständiges Kabels und wasserdichte Stecker wo immer es benötigt wird. Die Installationen sollten immer gegen Beschädigungen geschützt werden. Messnippel sollten immer mit Schutzkappen versehen werden.

Messpunkte markieren

Messpunkte für die Tastsonde sollten eindeutig markiert werden. Damit man vergleichbare Ergebnisse erhält, muss man immer am gleichen Punkt messen.

Messbereich

Der Bearing Tester hat einen großen Messbereich, der die meisten Lageranwendungen abdeckt. Es gibt jedoch Umstände, wo die Stoßimpulsmessung fest installiertes Zubehör erfordert. In wenigen, seltenen Fällen ist eine Überwachung nicht durchführbar.

Welle, mm	U/min	dBi
50	19 999	40
100	13 000	40
180	10 000	40
300	6 000	40
500	5 000	40
1 000	3 400	40
1999	2 200	40
1999	24	0
1 000	35	0
650	45	0
500	52	0
300	72	0
180	100	0
100	140	0
50	210	0

Messungen bei hohen Drehzahlen

Der Bearing Checker arbeitet mit folgenden Maximalwerten: 19 999 U/min, 1 999 mm Wellendurchmesser und ein dBi von 40 dB. Der obere Tabellenteil zeigt Beispiele für mögliche Kombinationen, die einen dBi-Wert von 40 dB ergeben. Der untere Teil der Tabelle zeigt Kombinationen, die einen dBi-Wert von 0 dB ergeben. Das Gerät berechnet den dBi bis 40. Es ist jedoch möglich, dass der dBi-Wert manuell bis 60 eingestellt wird. Ein Grund für dBi > 40 ist, wenn man z.B. auf Turboladern oder Hochgeschwindigkeits-Getrieben misst.

Niedrigen Drehzahlen

Der niedrigste vom Gerät akzeptierte dBi-Wert ist -9 dB. Allerdings ist es fast unmöglich, aussagekräftige Messergebnisse von Lagern in derart niedrigen Drehzahlbereichen zu bekommen. In der Praxis liegt die Grenze bei Lagern mit dBi ≈ 0 dB (untere Hälfte der Tabelle).
Eine starke Belastung mit einer genau definierten Richtung – in Verbindung mit einem niedrigen Störpegel – erleichtert die Messung von Lagern mit niedriger Drehzahl. Die Timken-Messung wurde schon bei Lagern mit einem dBi Wert von –3 (54 U/min, Wellendurchmesser 260 mm) erfolgreich durchgeführt. Zu beachten ist, dass der dynamische Messbereich bei niedrigen Initialwerten etwas kleiner wird. So zeigte zum Beispiel ein Lager mit einem dBi-Wert von –3 bereits schwere Schäden bei einem dBm-Wert von 40.

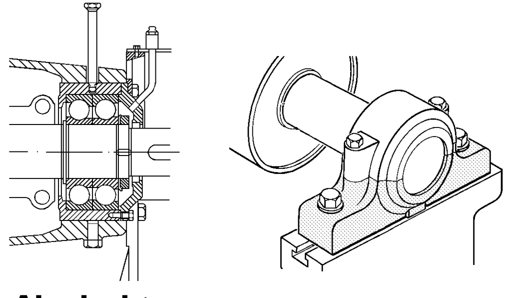
Messnippel erforderlich

Die Installation von Messnippeln wird generell für die systematische Stoßimpulsüberwachung empfohlen. In einigen Fällen ist sie sogar eine Voraussetzung für korrekte Messergebnisse:

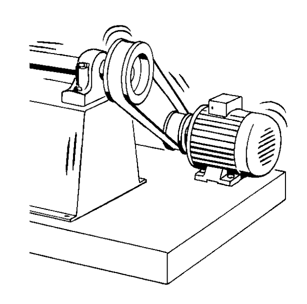
- bei Lagern mit dBi < 5
- bei stark vibrierenden Lagergehäusen
- bei abgedeckten Lagergehäusen.

Niedrige Drehzahlen: Die Handtastsonde bei langsamen Lagern nicht verwenden. Als Regel gilt, dass eine Messung mindestens 10 volle Wellenumdrehungen lang dauern sollte. Ein einzelner beschädigter Teil der Lagerbahn verursacht nur dann einen starken Stoßimpuls, wenn er in der belasteten Zone liegt während er von einem Wälzkörper getroffen wird. Es kann mehrere Umdrehungen dauern, bis diese Situation eintrifft oder sich wiederholt.

Messnippel notwendig!

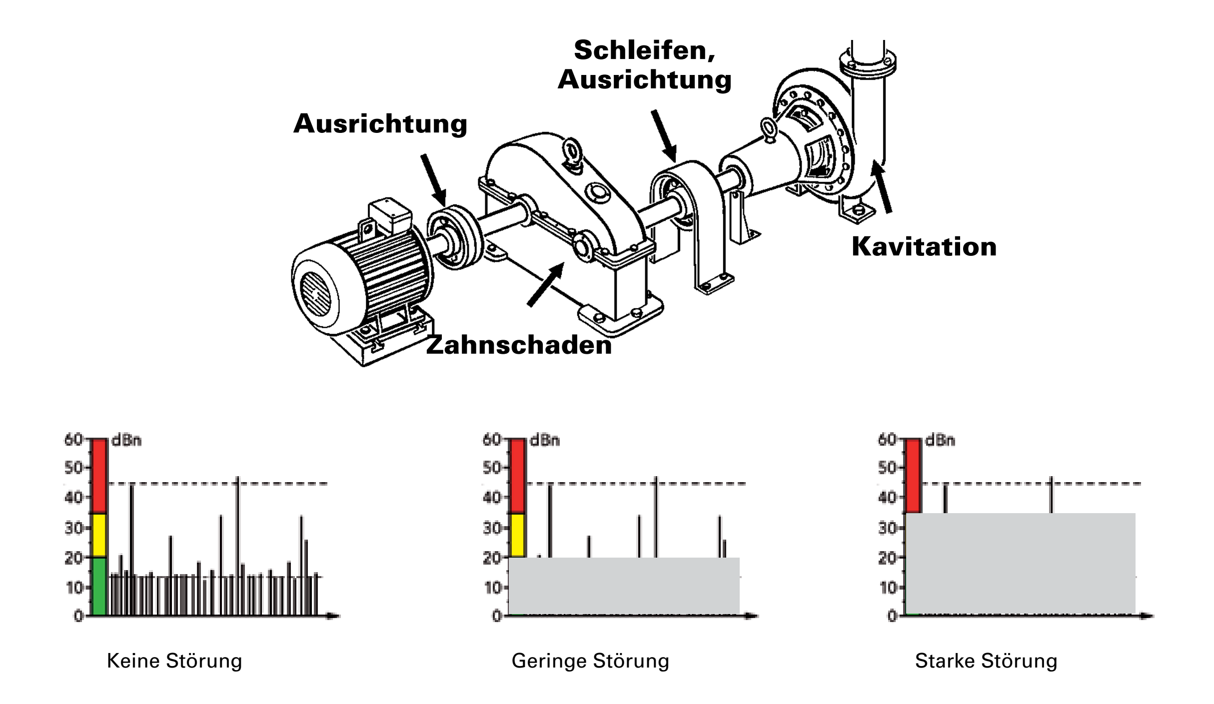


Abgdeckte Gehäuse **dBi < 5**



Starke Schwingungen

Akzeptable Messbedingungen schaffen



Das Klopfen von Ventilen, Dampfdurchfluss unter hohem Druck, mechanisches Reiben, beschädigte oder schlecht eingestellte Getriebe sowie Laststöße können einen allgemein hohen Stoßimpulspegel am Maschinengehäuse verursachen. Solche Störungen können die Lagersignale überlagern und verdecken, wenn der Stoßimpulspegel am Lagergehäuse selbst niedriger oder gleich hoch wie an anderen Maschinenteilen ist.

Störungsquellen entfernen
In den meisten Fällen ist ein schlechter Maschinenzustand die Ursache für Störungen. So wird zum Beispiel die Kavitation in einer Pumpe durch Strömungszustände hervorgerufen, für die die Pumpe nicht konstruiert wurde. Natürlich hat Kavitation weitaus schlimmere Nebenwirkungen als die Störung der Lagerüberwachung - sie frisst das Material der Pumpe an.

Wenn eine Maschine oft ausfällt und häufige Reparaturen wegen schlecht gewarteter Teile oder falsch eingestellter Betriebsparameter notwendig sind, dann ist Überwachung der Lager sinnlos. Daher akzeptieren Sie Störungen nicht – versuchen Sie sie zu beseitigen.

Trotz Störungen messen
Sollte sich die Störungsquelle nicht beseitigt lassen, so gibt es mehrere Möglichkeiten:

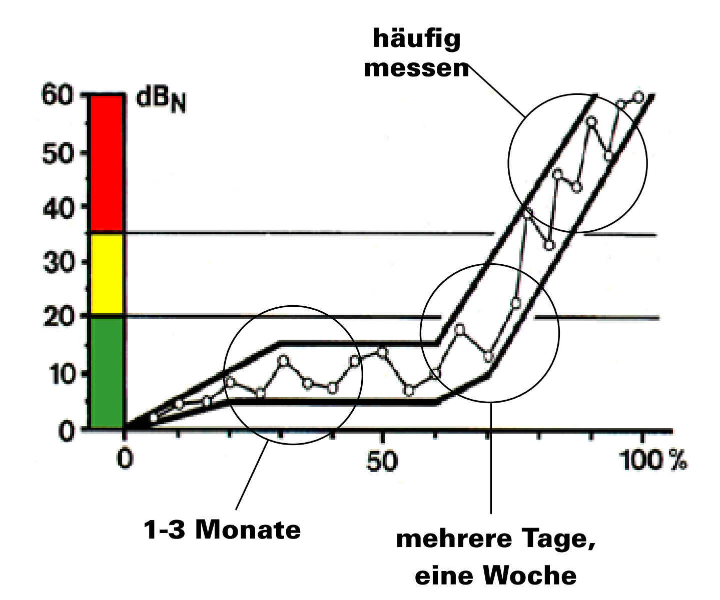
- Tritt die Störung nur zeitweise auf, messen Sie dann, wenn sie nicht vorhanden ist.

Ist die Störung ständig vorhanden, so sollte ihr Stoßimpulspegel mit derselben dBi-Einstellung wie für das Lager gemessen werden und dann mit den Zustandszonen verglichen werden:

- Wenn die Störung den grünen Bereich verdeckt, kann man reale Messergebnisse für den Lager zu-stand in der gelben und roten Zone erhalten.
- Wenn die Störung auch den gelben Bereich überdeckt, so erhält man reale Lagerzustandswerte für die rote Zone, d.h. man findet Lagerschäden.

Ist der Störpegel andauernd höher als der Stoßimpulspegel bei schlechtem Lagerzustand (35 bis 40 dB höher als der dBi), sollte eine Lagerüberwachung nicht versucht werden.

Messintervalle



Das Messpersonal sollte informiert sein über:

- **Schmierstofftype**
- **Maximale Menge**
- **ISchmierintervall**

Eine unvorhersehbare, sehr schnelle Schadensentwicklung kommt selten vor. Normalerweise entwickelt sich ein Schaden langsam, über einen Zeitraum von mehreren Monaten. Für die Wahl des Zeitraumes zwischen den periodischen Messungen gelten die folgenden, allgemeinen Empfehlungen:

- Die Lager sollten mindestens alle drei Monate einmal überprüft werden.
- Lager in "kritischen" Maschinen und Lager mit starker Vorspannung (z.B. Lager von Spindeln) sollten öfter als "normale" Lager überprüft werden.
- Ist der Zustand instabil (unregelmäßige oder erhöhte Messwerte), dann sollten die betreffenden Lager häufiger gemessen werden.
- Bereits beschädigte Lager sollten bis zu ihrem Austausch durch häufige Messungen genau über wacht werden.

Dies bedeutet natürlich, dass für die Überprüfung von Lagern, die sich in einem zweifelhaften oder schlechten Zustand befinden, ein zusätzlicher Zeitaufwand berücksichtigt werden muss.

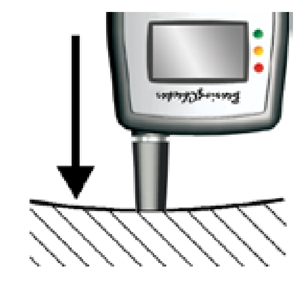
Überprüfung von Ersatzanlagen
Vibration und Korrosion können die Lager von Reserveanlagen beschädigen. Die Lager sollten daher immer überprüft werden, wenn die betreffende Maschine zum Einsatz kommt.

Abstimmung mit der Schmierung
Es kann notwendig sein, dass Nachschmierungen und Messintervalle aufeinander abgestimmt werden. Mit Fett geschmierte Lager sollten erst frühestens eine Stunde nach der Nachschmierung gemessen werden (ausgenommen, wenn der Schmiermitteltest durchgeführt wird). Beachten Sie bitte, dass ein schlechter Lagerzustand oft direkt mit der Schmierung zusammenhängt. Bei fettgeschmierten Lagern dient außerdem das Nachschmieren und gleichzeitige Messen zur Bestätigung eines Lagerschadens. Vergewissern Sie sich, dass dabei die richtige Fetttype und -menge verwendet wird.

Stoßimpulsaufnehmer

Eingebaute Tastsonde

Messpunkte für die eingebaute Tastsonde sollten eindeutig markiert sein. Immer am gleichen Punkt messen. Die Sonde wird auch für Messungen auf anderen Maschinenteilen verwendet, falls man andere Stoßimpulsquellen, wie z.B. Pumpenkavitation oder schleifende Teile, lokalisieren will.



Gummihülse berührt die Oberfläche

Richtung Lager messen

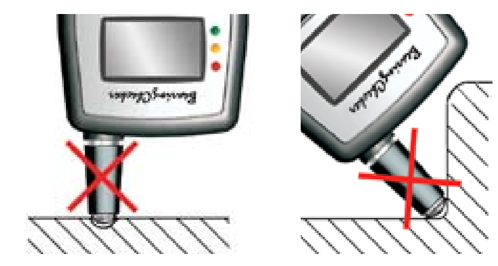
Ruhig halten

Die Sondenspitze ist durch eine Feder vorgespannt und bewegt sich in einer Hülse aus Hartgummi. Um einen gleichmäßigen Druck auf die Sondenspitze zu erreichen, wird diese so fest gegen den Messpunkt gedrückt, dass die Gummihülse auf der Oberfläche aufsitzt.

Die Tastsonde muss ruhig gehalten werden, damit die Sondenspitze nicht auf der Oberfläche reibt.

Die Sonde ist richtungsempfindlich. Sie muss gerade auf das Lager gedrückt werden. Die Sondenspitze sollte in deren Mitte die Oberfläche berühren.

Das Andrücken der Sondenspitze in Vertiefungen oder Hohlkehlen, die kleiner sind als die Sondenspitze selbst soll vermieden werden.



Vertiefungen und Hohlkehlen vermeiden

Handtastsonde

Die Handtastsonde wird verwendet, um Messpunkte bei engen Stellen zu erreichen. Konstruktion und Bedienung ist gleich wie bei der eingebauten Tastsonde (siehe oben).

Der einzige Teil der sich abnützen kann, ist die Gummihülse für die Sondenspitze. Sie ist aus Neopren hergestellt und hält bis max.110° C. Die Gummihülse hat die Ersatzteilnummer 13108.



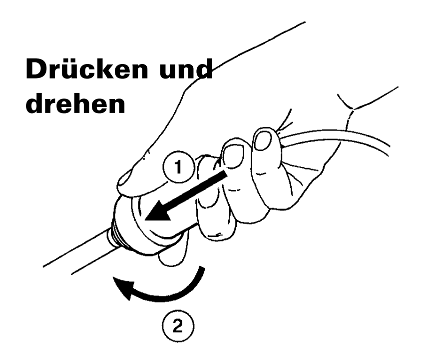
Handtstsonde
TRA73

Aufnehmer mit Schnellkupplung
Diese werden am Messeingang (8) angeschlossen. Die Auswahl hängt von der Vorbereitung der Messstelle ab. Zur systematischen Stoßimpulsmessung und –aufzeichnung sind sicherlich die fest installierten Adapter sowie Aufnehmer mit Schnellkupplung am besten geeignet.



Die Messnippel sind Spezialschrauben mit unterschiedlicher Länge, die hinsichtlich der Signalübertragung optimiert sind. Sie werden in Bohrungen mit Senkungen geschraubt, Klebeadapter sind ebenfalls erhältlich.

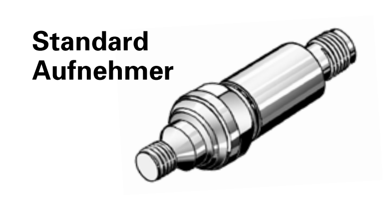
Drücken Sie die Schnellkupplung auf den Adapter und drehen Sie dann die Schnellkupplung im Uhrzeigersinn. Zum Abnehmen drehen Sie die Schnellkupplung im Gegenuhrzeigersinn.



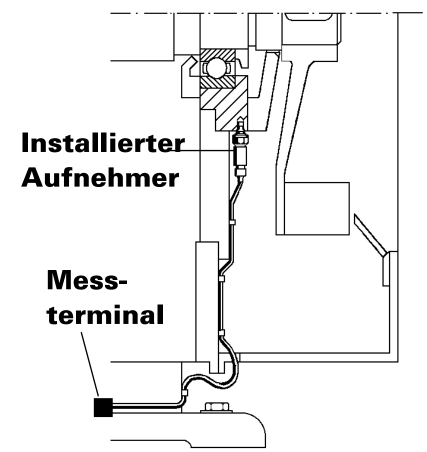
Die Adapteroberflächen müssen sauber und eben sein. Sie sollten durch eine Kappe geschützt werden.

Überprüfen Sie, dass die Aufnehmer und Messnippel ordnungsgemäß montiert (siehe Timken Installationsanleitung) und in gutem Zustand sind. Man kann kein brauchbares Signal erwarten, wenn die Schnellkupplung auf ein Stück rostige Metall befestigt wird.

Festinstallierte Aufnehmer / Messterminal
Ein fest installierter Aufnehmer mit Messterminal (BNC oder TNC Anschluss) wird verwendet, wenn die Messstelle nicht direkt zugänglich ist. Verwenden Sie ein Messkabel um das Gerät mit dem Messterminal zu verbinden. Verwenden Sie Timken Schutzkappen um die Anschlüsse zu schützen.



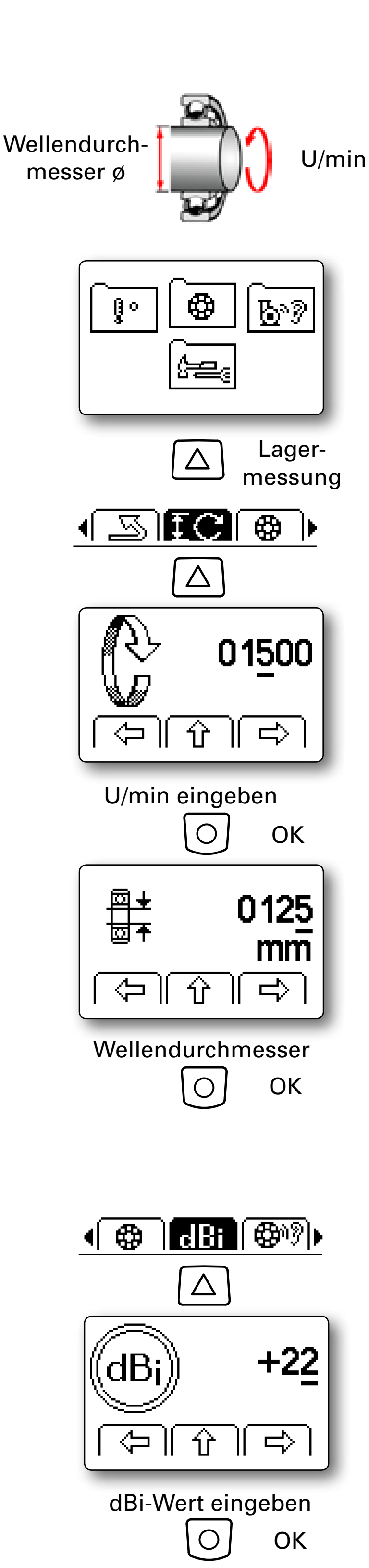
Überprüfen Sie, dass die Aufnehmer und Messnippel ordnungsgemäß montiert (siehe Timken Installationsanleitung) und in gutem Zustand sind. Man kann kein brauchbares Signal erwarten, wenn die Schnellkupplung auf ein Stück rostige Metall befestigt wird.



Stoßimpuls-Messung

Eingabedaten

Damit man den Lagerzustand mit dem Bearing Tester bestimmen kann, benötigt man den initialwert dBi. Ist der dBi-Wert des Lagers nicht bekannt, berechnet er vom Bearing Tester durch Eingabe von Drehzahl (U/min) und Wellendurchmesser errechnet. Wird dies nicht eingegeben, erhält man ein falsches Messergebnis.



Eingabe von Wellendurchmesser und U/min zur dBi-Berechnung

Im Hauptmenü die RAUF Pfeiltaste drücken, um zum Lagermodus zu gelangen. Mit den LINKS/RECHTS Pfeiltasten das Symbol für Eingabedaten markieren und die RAUF Pfeiltaste drücken. Mit den LINKS/RECHTS Pfeiltasten den Cursor positionieren und den Wert für U/min mit den RAUF/RUNTER Pfeiltasten entsprechend ändern. Um den Wellendurchmesser einzugeben, wird zuerst die Messtaste gedrückt und danach der Durchmesser mit den Pfeiltasten (wie zuvor für U/min beschrieben) eingestellt. Die Messtaste drücken, damit man zum Lagermodus zurück gelangt.

dBi manuell eingeben

Ist der dBi-Wert bekannt, kann er schnell direkt eingegeben werden: Im Hauptmenü die RAUF Pfeiltaste drücken, um zum Lagermodus zu gelangen. Mit den LINKS/RECHTS Pfeiltasten das dBi - Symbol markieren und die RAUF Pfeiltaste drücken. Mit den LINKS/RECHTS Pfeiltasten den Cursor positionieren und den Wert für dBi mit den RAUF/RUNTER Pfeiltasten entsprechend ändern. Der höchste dBi-Wert der eingegeben werden kann ist +60, der kleinste -9. Noch kleinere Werte führen zu dBi "--" und einer unnormierten Stoßimpulsmessung (siehe auch Kapitel "Normierte Stoßimpulsmessung mit dBi" und "Messungen an Getrieben"). Um den dBi-Wert von "--" zurück auf "+" oder "-" zu stellen, die RAUF Pfeiltaste drücken und den Cursor so positionieren, dass dBi entsprechend eingestellt werden kann. Die Messtaste drücken, um zum Lagermodus zu gelangen.

Der dBi-Wert (egal ob berechnet oder manuell eingestellt) wird in der linken unteren Ecke des Lagerdisplays angezeigt.

Stoßimpulsmessung

Für die Stoßimpulsmessung drückt man im Hauptdisplay die RAUF Pfeiltaste, um zum Lagermenü zu gelangen. Der Wellendurchmesser und die Drehzahl des Lagers, bzw. der dBi-Wert, müssen eingestellt werden (siehe Kapitel Eingabedaten), da sonst das Ergebnis falsch ist.

Im Lagermenü wird der Aufnehmer am Messpunkt angedrückt. Die Messung startet automatisch und dauert ein paar Sekunden (die blaue Mess-LED leuchtet währenddessen).

Die zwei Messergebnisse sind der Maximalwert dBm und der Teppichwert dBc. Abhängig vom dBm-Wert leuchtet auch die grüne, gelbe oder rote LED links neben dem Display.

Wird ein externer Aufnehmer verwendet, zeiget das Gerät eine "TLT-Warnung" falls der Test der Aufnehmerleitung nicht zufrieden stellend ist. Weitere Informationen über den TLT-Test, siehe Kapitel "Test der Messstrecke".

Ist die Messung beendet, zeigen die LEDs den Lagerzustand an und ein Auswertecode wird angezeigt. Der Code bezieht sich auf das Auswerteschema auf Seite 32-33, das für weitere Bewertungen verwendet werden muss.

Erhält man hohe Messergebnisse (gelber oder roter Bereich), sollte deren Ursache sofort überprüft werden. Geben Sie nicht das Urteil "Lagerschaden" ab, bevor weitere Untersuchungen gemacht wurden. Als erste Maßnahme:

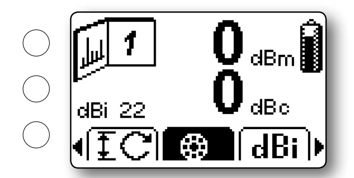
- den Kopfhörer verwenden, um das Stoßimpulsmuster zu bestimmen.
- Messungen am und außerhalb des Lagergehäuses machen, um die Stoßimpulsquelle zu bestimmen.

Die Oberflächentemperatur wird automatisch gemessen, wenn eine Timken Messung gemacht wird. Um das Temperaturergebnis zu sehen, verwendet man die LINKS/RECHTS Pfeiltasten und markiert das Zurück-Symbol. Danach drückt man die RAUF Pfeiltaste und gelangt zum Hauptmenü. Die LINKS Pfeiltaste drücken, um zum Temperaturmodus zu gelangen und das Ergebnis zu sehen. Um zum Hauptmenü zurückzukehren, drückt man die LINKS Pfeiltaste.

Überprüfe:

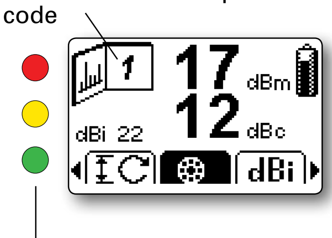
- **Wellendurchmesser und U/min, dBi Einstellung**
- **Messpunkt in der Lastzone**
- **Sonde zeigt direkt aufs Lager**
- **Nippel (Aufnehmer) richtig montiert**
- **Nippeloberfläche sauber, unbeschädigt**
- **Schnellkupplung sitzt fest**

Lagermessung



Messen (oder Sondenspitze drücken

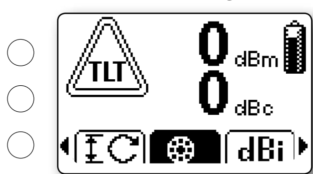
Auswertungscode



Zustandsanzeige

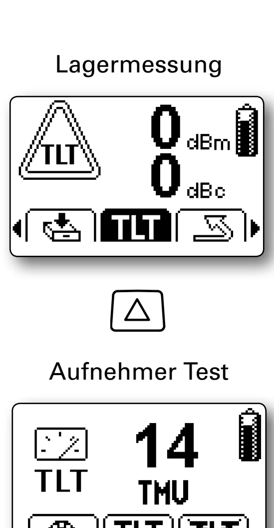
rot - schlecht (>35)
gelb - Vorsicht (21–34)
grün - gut (< 20)

TLT Warnung

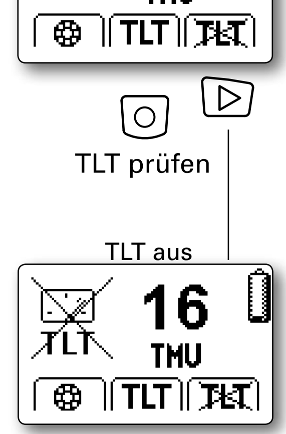


Test der Messstrecke

Wird eine Messung mit einem externen Aufnehmer gemacht, wird automatisch ein Test der Aufnehmerleitung (TLT = Transducer Line Test) durchgeführt, mit dem die Qualität der Signalübertragung zwischen Aufnehmer und Gerät überprüft wird (im TLT-Modus kann der TLT-Wert gesehen werden, s. unten). Bei einer schlechten Aufnehmerleitung geht ein Teil des Signals verloren, wodurch die Ergebnisse niedriger sind als sie sein sollten. Wird eine Timken Messung mit einer schlechten Aufnehmerleitung gemacht, liefert das Gerät eine TLT-Warnung.



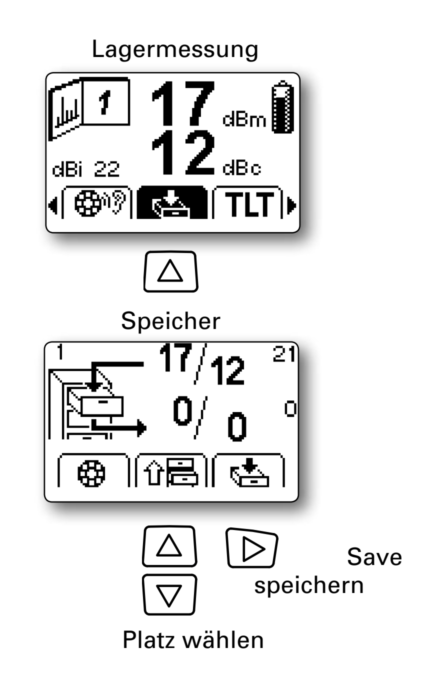
Um einen TLT-Test manuell durchzuführen, schließt man eine externen Aufnehmer an. Im Hauptmenü drückt man die RAUF Pfeiltaste, um zum Lagermodus zu gelangen. Mit den LINKS/RECHTS Pfeiltasten das TLT-Symbol markieren. Mit der RAUF Pfeiltaste gelangt man ins TLT-Menü. Die Messtaste kurz drücken. Die blaue Mess-LED leuchtet auf und das Ergebnis wird angezeigt.



Das TLT-Fenster zeigt auch den Aufnehmertyp an: IPR (interne Sonde), EPR (externe Sonde), TRA (Typ 40000) oder TMU (Typ 42000). TRA wird auch bei einem unterbrochenem Kabel angezeigt. Der TLT-Wert hängt von der Entfernung der Unterbrechung ab (1-2 dB/m). Bei einem Kurzschluss wird (normalerweise) TMU und der Wert 0 gezeigt.

Bei TLT-Werten über 15 gibt es normalerweise keine Signalverluste aufgrund schlechter Übertragung zwischen Aufnehmer und Gerät. Ist der Wert unter 15, oder hat sich zur vorherigen Messung verschlechtert, muss man die Kabel, Anschlüsse und Aufnehmer überprüfen (Feuchtigkeit, lose Anschlüsse).

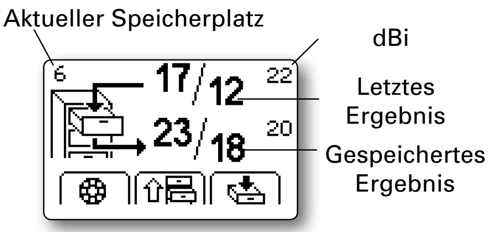
Der TLT-Test kann vorübergehend abgeschaltet werden, damit man auch eine ausgewertete Messung durchführen kann, wenn TLT unter 15 ist (z.B. wenn man über einen Kopplungstrafo misst). Im TLT Menü die RECHTS Pfeiltaste drücken, um den Test auszuschalten. Der TLT-Test wird wieder automatisch eingeschaltet, wenn man das TLT-Menü anwählt, oder das Gerät abgeschaltet wird.



Speichern der Messergebnisse

Diese Funktion ist wertvoll für den Vergleich von Messergebnissen bei einem bestimmten Messpunkt. Sie kann auch verwendet werden, wenn man Messergebnisse vorübergehend speichert, bevor man diese protokollieren kann. Auf der letzten Seite dieser Anleitung ist ein Messprotokoll, das kopiert und für diese Zwecke verwendet werden kann. Der Bearing Tester kann bis zu zehn Timken Messergebnisse speichern.

Im Lagermenü mit den LINKS/RECHTS Pfeiltasten das Speichersymbol markieren und mit der RAUF Taste kommt man in den Speichermodus. Mit den RAUF/RUNTER Pfeiltasten wählt man den Speicherplatz (1-10). Mit der RECHTS Pfeiltaste wird das Ergebnis gespeichert. Dadurch wird ein eventuell zuvor gespeichertes Ergebnis überschrieben.



Mit der LINK Pfeiltaste gelangt man zum Lagermenü.

Abhören des Stoßimpulsmusters

Rotierende Lager liefern einen kontinuierlichen Strom von Stoßimpulsen. Die Stärke variiert in Abhängigkeit der relativen Position der Wälzkörper zur Lagerbahn.

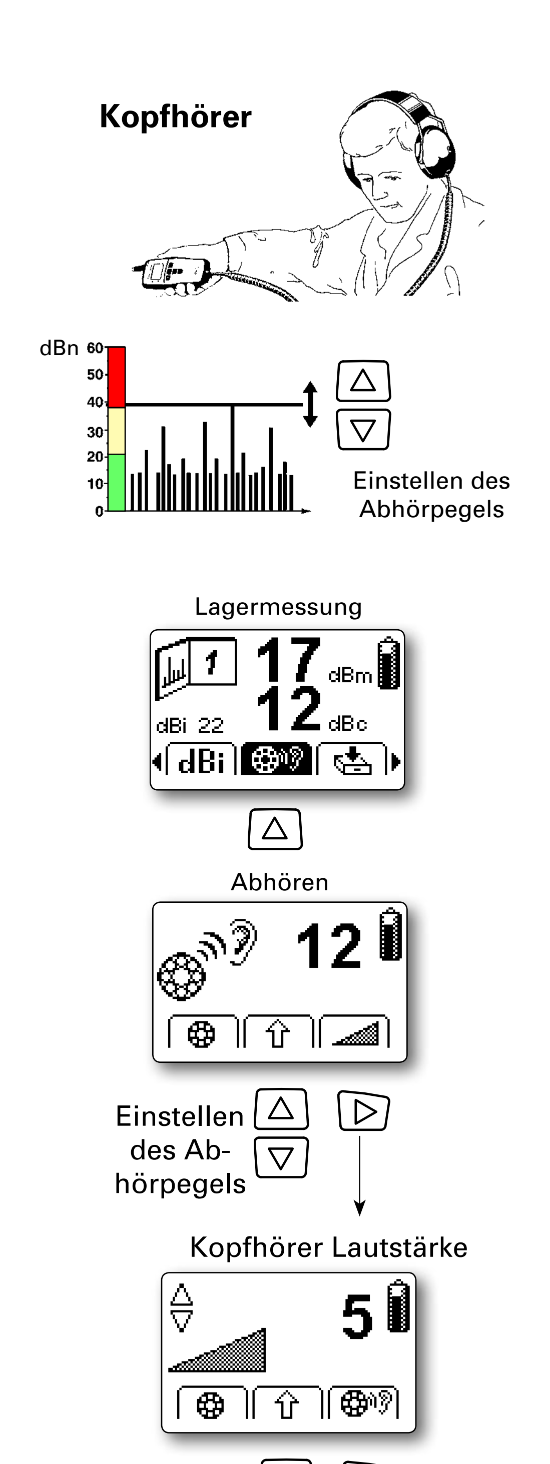
Der Kopfhörer ist ein Hilfsmittel, mit dem man Stoßimpulsquellen lokalisieren und überprüfen kann. Mit dem Kopfhörer kann man die Stoßimpulsmuster abhören. Das Grundgeräusch ist ein kontinuierlicher Ton. Der dBc-Wert ist ungefähr dort, wo man bemerkt, dass der durchgehende Ton unterbrochen wird. Ein Lagersignal ist typischerweise ein Folge von starken Impulsen in unregelmäßigen Abständen, die am Besten ein paar dB unterhalb des dBm-Werts gehört werden.

Ein Schaden, der einen hohen Impuls verursacht, wird nur erkannt, wenn während des Messintervalls ein Wälzkörper darüber rollt. Speziell bei langsam laufenden Maschinen kann es vorkommen, dass das Gerät die höchste Spitze nicht erkennt, weil diese einfach nicht während der Messzeit auftritt.

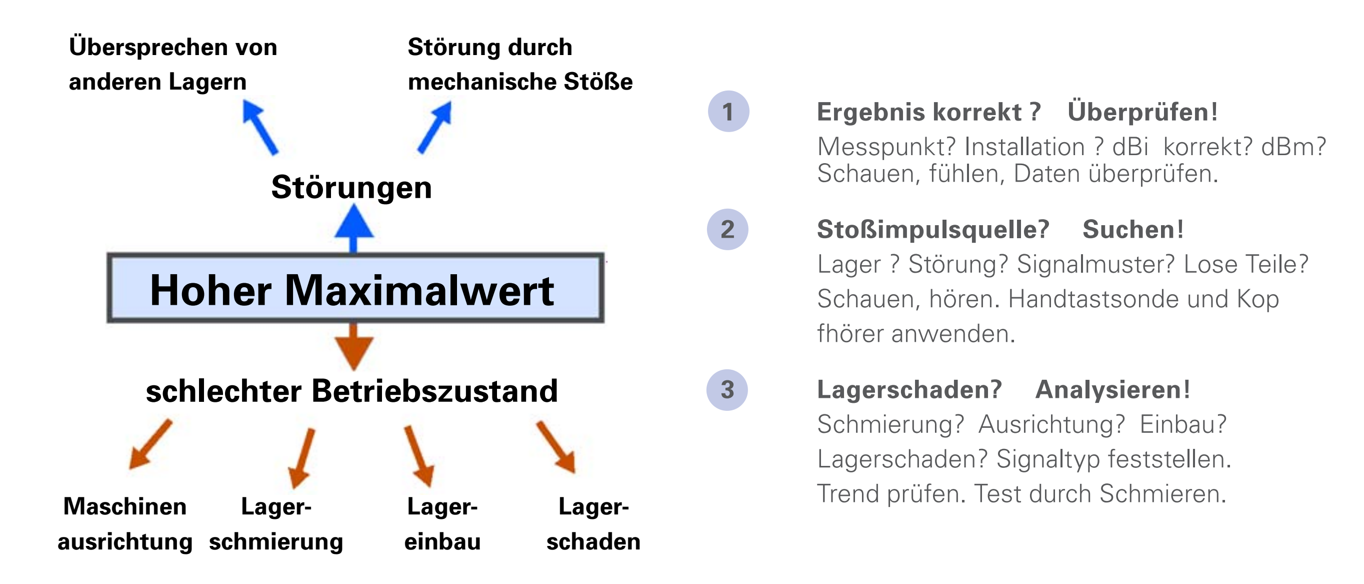
Damit man nach der Timken Messung das Stoßimpulsmuster abhören kann, wird der Kopfhörer am Ausgang (7) angeschlossen. Im Hauptdisplay die RAUF Pfeiltaste drücken, um zum Lagermodus zu gelangen. Mit den LINKS/RECHTS Pfeiltasten das Abhörsymbol markieren und mit der RAUF Pfeiltaste den Kopfhörermodus öffnen, in dem der letzte dBm-Wert angezeigt ist. Mit den RAUF/RUNTER Pfeiltasten kann der Abhörpegel verändert werden; alles unter diesem Wert wird ausgefiltert.

Die Lautstärke ändert man mit der RECHTS Pfeiltaste HINWEIS: Wird die Lautstärke auf Maximum gestellt, kann dies das Gehör beeinträchtigen.

Um zum Lagerdisplay zurückzukehren, die LINKS Pfeiltaste drücken.



Auswertung des Lagerzustandes



HINWEIS: Eine Messung mit einem falschen dBi-Wert verursacht eine falsche Bewertung des Lagerzustands! Immer überprüfen, ob der richtige Dbi für das fragliche Lager eingegeben wurde!
Auswertung bedeutet nichts anderes als sicherzustellen, dass die an das Wartungspersonal weitergegeben Angaben so korrekt wie möglich und so detailliert wie nötig sind. Bedenken Sie immer, dass

- eine Maschine außer den Lagern noch andere Stoßimpulsquellen aufweisen kann.
- es außer einem Schaden noch andere Ursachen für einen schlechten Lagerzustand geben kann.

Die Auswertung erfordert Sorgfalt und etwas Überlegung. Sie sollten neben Handtastsonde und Kopfhörer auch Ihre Sinne gebrauchen: schauen, fühlen, hören. Mit einiger Sorgfalt können sowohl Falschalarme als auch die Nichtentdeckung von Lagerschäden vermieden werden.

Anfangswerte und Änderungen

Eigentlich gibt es nur zwei Situationen, in welchen eine Auswertung erforderlich ist. Die erste Situation tritt ein, wenn Sie mit der Lagerüberwachung beginnen:

- Die ersten Messergebnisse von neuen Messpunkten und neu montierten Lagern sollen immer ausgewertet werden.

Durch diese Auswertung wird eine zuverlässige Grundlage für weitere Routinemessungen geschaffen. Sie wollen sicher sein, dass die gemessenen Stoßimpulssignale vom Lager stammen und dass die Messergebnisse selbst korrekt sind. Ist der Lagerzustand gut, so bedürfen die weiteren Routinemessungen an diesem Messpunkt solange keiner besonderen Auswertung, bis eine deutliche Änderung der Werte eintritt.

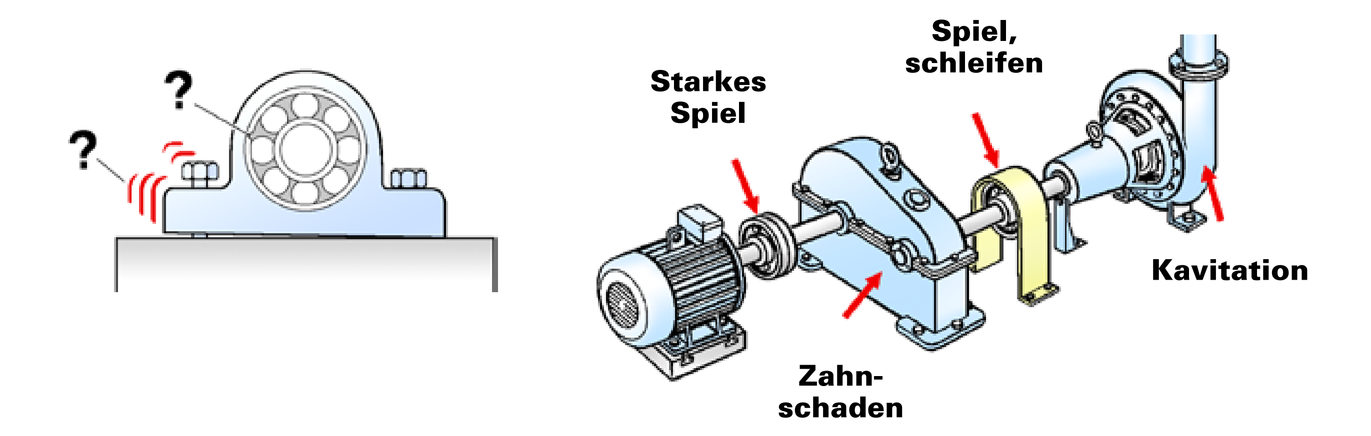
Die zweite Situation tritt ein, wenn Sie eine Änderung der Messwerte bemerken, oder wenn Sie gleich von Beginn an hohe Werte erhalten:

- Jeder deutliche Anstieg oder Rückgang des Stoßimpulspegels muss untersucht werden.

Wiederum sollen Sie sich vergewissern, dass die gemessenen Stoßimpulswerte vom Lager stammen und dass die Messergebnisse selbst korrekt sind. Wenn sich zeigt, dass der Betriebszustand des Lagers schlecht ist, so gilt es, zwischen fehlerhafter Montage, schlechter Schmierung, Überlastung oder Schaden zu unterscheiden. Aufgrund dieser Entscheidung kann die entsprechende Wartungsarbeit angefordert werden.

Erhalten Sie ein Störsignal, so weist dies oft auf Fehler an der Maschine hin, die gemeldet und repariert werden sollten.

Ortung der Stoßimpulsquelle



Stoßimpulse sind nahe der Quelle am stärksten. Sie breiten sich im Material aller Maschinenteile aus, werden aber mit zunehmender Entfernung und an Materialübergängen gedämpft (Signalverlust).

- Messen Sie auf dem Lagergehäuse sowie am Maschinengehäuse, um die stärkste Stoßimpulsquelle zu finden.
- Hören Sie auf ungewöhnliche Geräusche.

Störquellen
Metallisches Rasseln, Schleifen oder Stoßen erzeugt Stoßimpulse, die die Lagermessungen stören können. Zu den häufigeren Störquellen gehören:

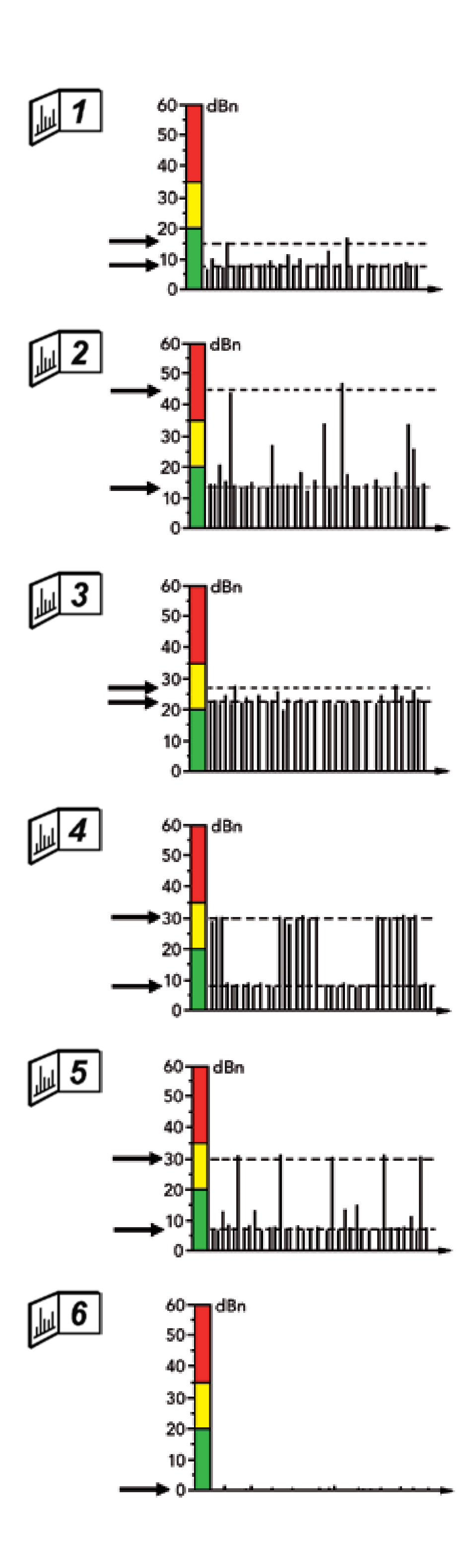
- Stöße zwischen schlecht befestigten Maschinenfüßen und dem Fundament
- Reiben zwischen Wellen und anderen Maschinenteilen
- Lockere Teile, die gegen den Maschinenrahmen oder das Lagergehäuse schlagen
- Übergroßes Spiel und schlechte Ausrichtung von Kupplungen
- Schwingungen zusammen mit lockeren Teilen und übermäßigem Lagerspiel (Schwingungen alleine beein flussen die Messung nicht!)
- Kavitation in Pumpen
- Schäden an Zahnrädern von Getrieben
- Last- und Druckstöße, die durch den normalen Betrieb der Maschine entstehen.

Stoßimpulsmuster – Zustandscode

Der Kopfhörer ist ein Hilfsmittel, mit dem man Stoßimpulsquellen lokalisieren und überprüfen kann. Das Signal von einem Lager ist am Lagergehäuse am Höchsten. Erhält man höhere Signale auf anderen Maschinenteilen, misst man höchstwahrscheinlich Stoßimpulse von einem anderen Lager oder einer anderen Quelle. Typisch für ein Lagersignal ist, dass die Impulse in unregelmäßigen Abständen auftreten (hört man am Besten ein paar dB unterhalb des dBm-Werts).

Die Codes beziehen sich auf das Auswerteschema auf Seite 32-33, das für die weitere Auswertung des Lagerzustands verwendet werden muss.

Zeigt das Messgerät "2/3" oder"4/5" an, verwenden Sie den Kopfhörer um den tatsächlichen Zustandscode zu bestimmen.



1. Für ein gutes Lager. dBm im grünen Bereich, dBm und dBc sind nahe beieinander.

2. Beschädigtes Lager. Hohe Impulse in unregelmä ßiger Folge, großes Delta. Beim Nach schmieren sinkt der Wert, steigt aber wieder an.

3. Ein trocken laufendes Lager hat einen hohen Teppich wert nahe bei dBm. Beim Nachschmieren sinkt der Wert und bleibt niedrig. Ein ähnliches Signal wird durch Kavitation verursacht. Hierbei ist das Signal aber am Pumpengehäuse am stärksten und wird durchs Nachschmieren nicht beeinflusst.

4. Regelmäßige Impulsbündel wird z.B. durch schleifende Teile verursacht.

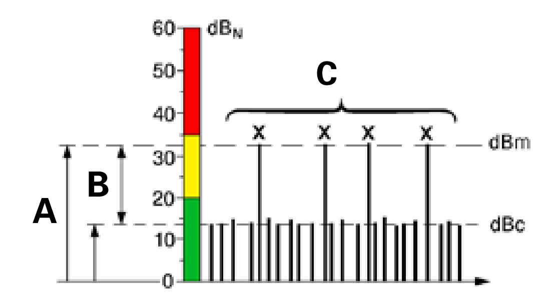
5. Regelmäßige Einzelimpulse, verursacht durch klappernde Ventile, klopfende Teile, Laststöße.

6. Ein plötzlicher Abfall der Messwerte ist verdächtig. Geräteeinstellung überprüfen. Ist diese korrekt, kann sich das Lager von der Welle gelöst haben.

Typische Stoßimpulssignale von Wälzlagern

Ein Stoßimpulssignal besteht aus relativ wenigen starken Impulsen in unregelmäßiger oder rhythmischer Folge (dBm-Pegel) sowie aus vielen schwachen Impulsen (dBc-Pegel). Zu beachtende Größen sind:

- der dBm Wert
- der Unterschied zwischen dBm und dBc
- der Rhythmus der stärksten Impulse.

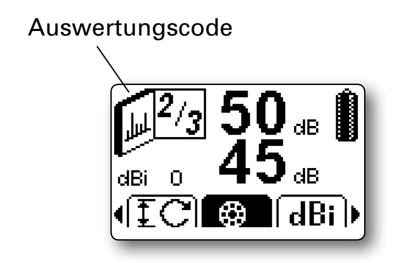


A) Maximalwert dBm
B) Unterschied zwischen dBm und dBc
C) Rhythmus der starken Impulse

Der Rhythmus der stärksten Impulse kann durch Abhören mit dem Kopfhörer festgestellt werden, wobei der Pegel einige dB unter dem dBm eingestellt wird. Typisch für Lagersignale ist eine unregelmäßige Folge von starken Impulsen (kein Rhythmus). Rhythmische Impulse können vom Lager kommen, sind in der Regel jedoch ein Hinweis auf Störungen. Eine Beschreibung typischer Signale folgt auf den nächsten Seiten.

Der Bearing Checker erkennt die gemessenen Muster und bestimmt, welches der sechs nachstehenden Muster zutrifft. Die übereinstimmende Zahl wird nach der Messung in der linken oberen Ecke des Displays angezeigt. Diese Zahl entspricht den nachfolgenden Mustern.

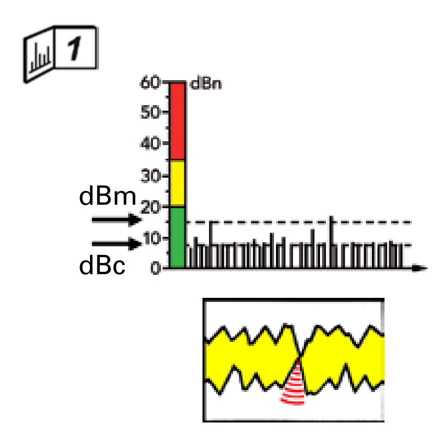
Auswertungscode



Es kann vorkommen, dass das Gerät eine Kombination dieser Zahlen anzeigt, z.B. “2/3” oder “4/5”. In diesem Fall kann das Gerät es nicht unterscheiden. Man muss dann den Kopfhörer zur Bestimmung zu Hilfe nehmen.

1. Signal eines guten Lagers

Ein Lager in gutem Zustand soll einen dBm unter 20 und einen um ca. 5 bis 10 dB niedrigeren dBc aufweisen. Ist ein solches Messergebnis einmal überprüft, braucht keine weitere Auswertung gemacht werden.

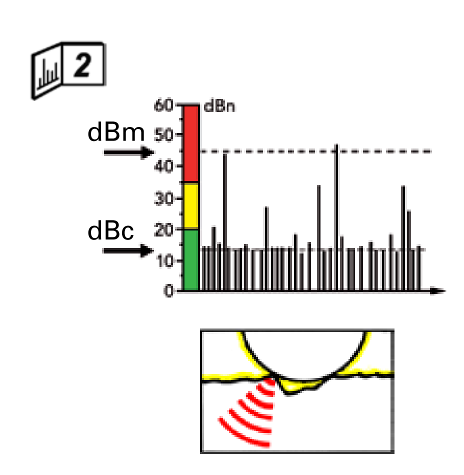


Der Maximalwert kann auch kleiner als 0 sein. Allerdings ist bei sehr niedrigen Werten Vorsicht geboten. Die Ursache liegt oft bei einem schlechten Messpunkt oder einem falsch montiertem Nippel oder Aufnehmer. Sind die Messwerte sehr niedrig, sollte zuerst die Installation überprüft werden. Durch Messungen an anderen Teilen des Lagergehäuses kann man versuchen, einen Punkt mit einem stärkeren Signal zu finden. Sehr geringe Belastung des Lagers ist eine andere mögliche Ursache für ein niedriges Signal. Dies kann bei gut ausgewuchteten Ventilatoren oder ähnlich rotierenden Maschinen vorkommen.

2. Signal eines beschädigten Lagers

Das gezeigte Signal ist typisch für beschädigte Lageroberflächen: ein dBm Wert über 35 dB, ein großer Unterschied zwischen dBm und dBc sowie eine unregelmäßige Folge von starken Impulsen. Die Stärke des Maximalwerts dBm ist ein Maß für den Grad der Beschädigung:

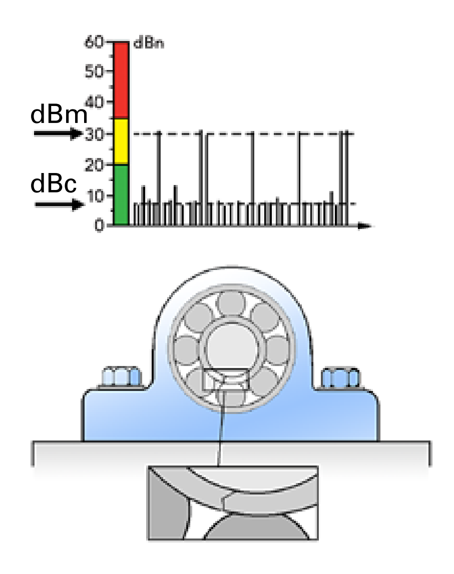
35 – 40 dBN	Leichter Schaden
40 – 45 dBN	Schwerer Schaden
> 45 dBN	Hohes Ausfallsrisiko.



Erste Anzeichen eines Schadens

dBm-Werte zwischen 20 und 35 dB (in der gelben Zone) ein leichter Anstieg des dBc sind Zeichen für starke Beanspruchung der Abrollflächen oder für geringe Beschädigungen. Beachten Sie, dass der Unterschied zwischen dBm und dBc größer wird.
Lager mit einem dBm-Wert in der gelben Zone sollten häufiger gemessen werden, um festzustellen, ob der Zustand stabil ist oder sich verschlechtert.

Achtung: Ein ähnliches Signal wird durch Verunreinigungen des Schmiermittels verursacht (Schmutz oder Metall). Die Verunreinigungen stammen entweder von Teilen des Lagers selbst (z.B. von einem beschädigten Käfig), oder sie werden mit dem Schmiermittel in das (unbeschädigte) Lager transportiert. Überprüfen Sie Lager und Schmiermittel entsprechend den Beschreibung “Lagerschaden bestätigen” in dieser Anleitung.

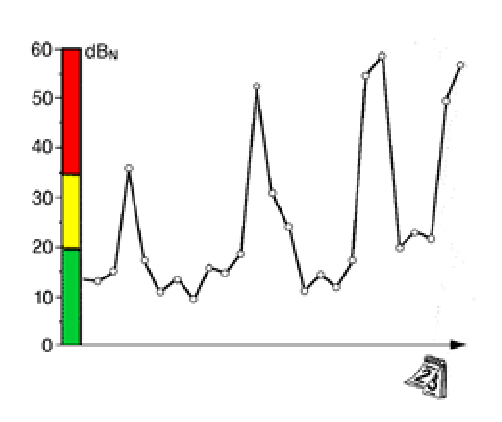


Bruch des Innenrings

Ein Bruch des Innenringes ist speziell bei niedrigen Drehzahlen schwer festzustellen. Während des größten Teils einer Umdrehung erhält man niedrige Messwerte. Erst wenn die Bruchstelle selbst in die Lastzone kommt, kann es ein, zwei kräftige Spitzen geben. Die Signalstärke kann stark variieren, wenn der Sprung in Abhängigkeit von der Lagertemperatur größer oder kleiner wird. Beginnt die Oberfläche entlang des Bruches weg zu brechen, entstehen scharfe Kanten und Metallpartikel, die, bis sie ausgewalzt sind, hohe Werte verursachen.

Schwankungen der Messergebnisse

Große Schwankungen in den Messergebnissen sind ein Gefahrenzeichen. Beschädigte Lager werden nicht besser, obwohl der Messwert vorübergehend absinken kann. Vergewissern Sie sich, dass der Messintervall dem Produktionsablauf (z.B. Luftkompressor) angepasst ist. Immer bei gleichen Produktionsbedingungen messen.
Große Schwankungen in den Messungen können bei stark belasteten Rollenlagern auftreten. Die hohen Werte werden durch weg gebrochene Materialpartikel und durch die scharfen Ecken neuer Absplitterungen hervorgerufen. Wenn die Partikel und Ecken ausgewalzt sind, fallen die Messwerte wieder ab.

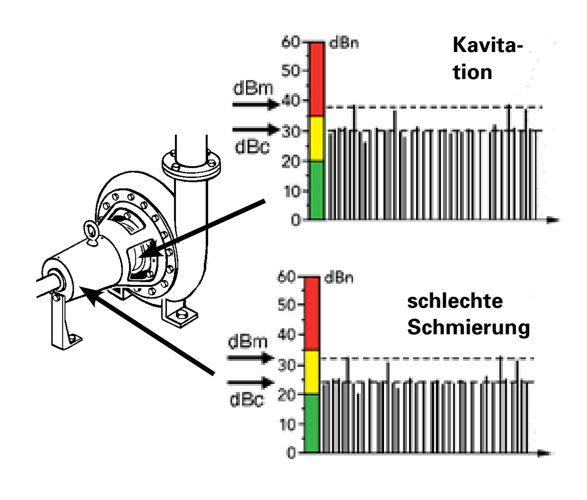


3. Muster schlecht geschmierter Lager

Ein hoher Teppichwert ist typisch für trocken laufende Lager. Der dBm muss nicht die rote Zone erreichen – typisch für schlechte Schmierung ist der geringe Unterschied zwischen dBm und dBc. Ist das Signal am Lagergehäuse am stärksten, kann das mehrere Ursachen haben:

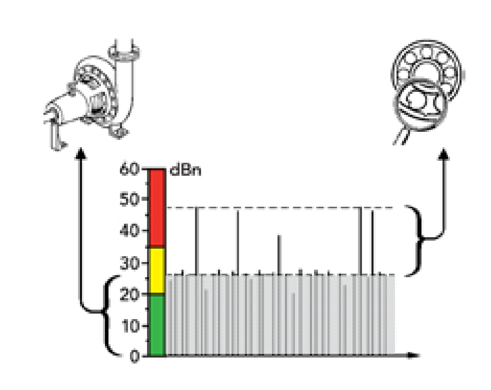
- unzureichender Schmiermittelzufluss zum Lager (geringer Ölfluss, gestocktes oder kaltes Fett).
- sehr niedrige oder sehr hohe Lagerdrehzahl (dies verhindert den Aufbau eines Schmierfilms, der die belasteten Wälzkörper und die Lagerbahn voneinander trennt).
- Einbaufehler (übermäßige Vorspannung) oder unrundes Lagergehäuse.
- falsche Ausrichtung oder durchgebogene Welle.

Nach Möglichkeit soll das Lager nachgeschmiert bzw. der Ölzufluss erhöht werden. Unmittelbar danach erneut messen und einige Stunden später wieder. Bei schlechter Schmierung sollte der Stoßimpulspegel zurückgehen und auf einem niedrigen Niveau bleiben. Bei ungünstigen Drehzahlen kann man versuchen, Schmiermittel mit unterschiedlichen Viskositäten zu verwenden oder durch Additive den Kontakt Metall auf Metall zwischen den Lageroberflächen zu vermeiden. Bei Montagefehler, unrundem Gehäuse und Fehlausrichtung kann der Stoßimpulspegel nach dem Schmieren absinken, wird jedoch kurz darauf wieder ansteigen. Fehlausrichtung beeinflusst normalerweise die Lager auf beiden Seiten der Kupplung, eine verbogene Welle die Lager an beiden Wellenenden.



Kavitation und ähnliche Störungen

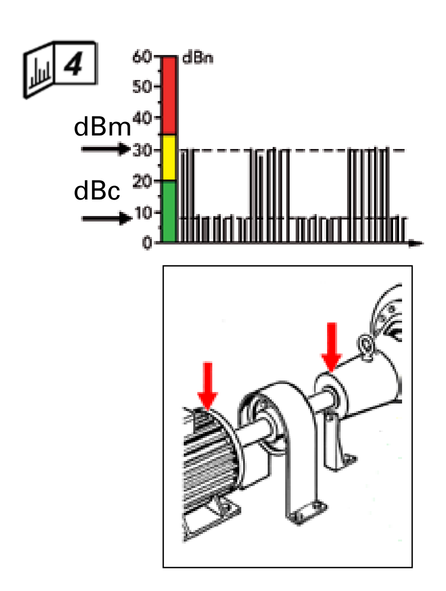
Das durch eine kavitierende Pumpe oder durch ständiges Scheuern hervorgerufene Stoßimpulssignal gleicht dem eines trocken laufenden Lagers. Das Störsignal lässt sich als solches identifizieren, wenn es außerhalb des Lagergehäuses größer ist als am Lagergehäuse selbst und sich auch durch Nachschmieren nicht beeinflussen lässt.



Kann die Störung nicht beseitigt werden, so hat man einen "Blindbereich": Bis zu einem bestimmten Pegel werden die Signale von einem oder mehreren Lagern überdeckt. Jedoch kann man auch in einem solchen Fall einen Lagerschaden entdecken. Steigt der dBm-Wert am Lagergehäuse über den Störpegel, so muss dies ja einen Grund haben— wahrscheinlich ist dann das Lager schadhaft. In diesem Fall kann ein Nachschmieren des Lagers den Wert zumindest kurzfristig absinken lassen.

4. Regelmäßige Impulsbündel

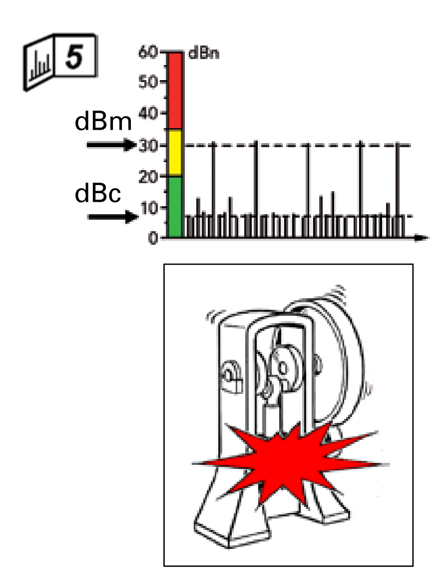
Regelmäßige Impulsbündel sind ein typisches Zeichen für ein Störsignal, das entsteht, wenn Maschinenteile aneinander scheuern (z.B. die Kupplung gegen eine Abdeckung). Die Impulsbündel treten mit drehzahlbezogener Frequenz auf.



5. Rhythmische Spitzen

Einzelne Spitzen können durch Druck oder Laststöße verursacht werden, wie sie während des normalen Betriebes der Maschine auftreten. Andere mögliche Gründe sind klappernde Ventile oder lockere Teile, die regelmäßig gegen den Maschinenrahmen stoßen.

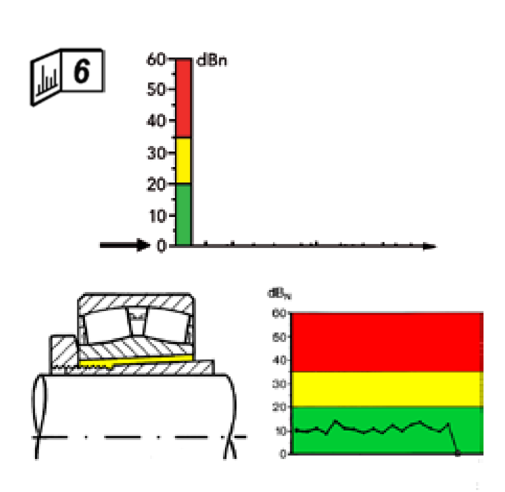
Ist das Signal am Lagergehäuse am stärksten, so kann man einen Riss oder Bruch des Innenrings vermuten.



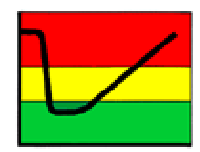
6. Starker Rückgang der Messwerte

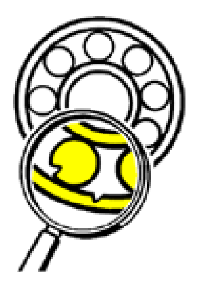
Fällt der Stoßimpulspegel nach einer Reihe von Messungen plötzlich ab, so liegt entweder eine Fehlfunktion des Gerätes, ein Fehler in der Aufnehmerinstallation oder ein schwerer Lagerschaden vor.

Überprüfen Sie die Funktion des Gerätes an einem anderen Lager. Aufnehmer können Sie durch Klopfen auf das Lagergehäuse testen – das muss einen Messwert ergeben. Ist die Messung korrekt, so hat sich wahrscheinlich der Innen- oder Außenring des Lagers gelöst. Bei stark belasteten Lagern, die vorher Ergebnisse in der roten Zone hatten, kann auch ein Käfigbruch vorliegen.



Bestätigung eines Lagerschadens



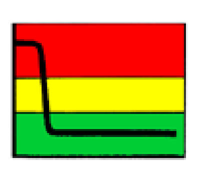


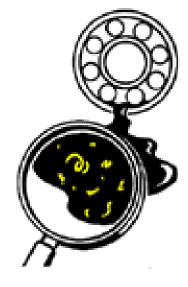
Bei einem typischem Signal für Lagerschaden – hoher dBm, großer Unterschied zwischen dBm und dBc, unregelmäßiges Auftreten von Spitzenwerten, stärkstes Signal am Lagergehäuse – muss einer der folgenden Gründe für das Messergebnis vorliegen:

- lose Maschinenteile schlagen gegen das Lagergehäuse
- übermäßiges Lagerspiel kombiniert mit starken Maschinen-schwingungen
- Metallpartikel im Schmiermittel
- Lagerschaden

Störungen können normalerweise durch eine sorgfältige Inspektion entdeckt werden.





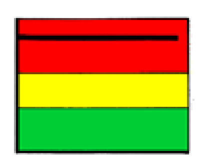


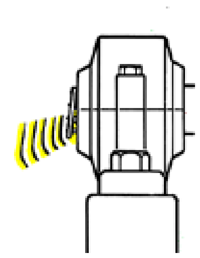
Test durch Schmieren

Ein Schmiermitteltest ist das beste Mittel, um einen schlüssigen Beweis für einen Lagerschaden zu erhalten:

- Das Fett oder Öl auf Verunreinigungen mit harten Partikeln überprüfen.
- Das Lager nachschmieren und wieder messen, einmal direkt nach der Schmierung und nochmals einige Stunden später.

Vergewissern Sie sich, dass das Schmiermittel das Lager auch wirklich erreicht. Typischerweise sollten Sie folgende Ergebnisse erhalten:





A. Der Stoßimpulspegel sinkt unmittelbar nach der Schmierung ab aber steigt innerhalb weniger Stunden wieder an. Das Lager ist beschädigt.

B. Der Stoßimpulspegel geht unmittelbar nach der Messung zurück und bleibt niedrig. Fremdkörper wurden mit Hilfe des frischen Schmiermittels aus dem Lager entfernt.

C. Der Stoßimpulspegel bleibt konstant. Das Signal wird durch Störungen oder durch ein anderes Lager hervorgerufen.

Beachten Sie, dass die Metallpartikel im Schmiermittel auch vom Lager selbst stammen können. Messen Sie das Lager während der nächsten paar Tage häufiger und vergewissern Sie sich, dass die Messwerte niedrig bleiben.

Messungen an Getrieben

Es kann vorkommen, dass sich Stoßimpulse ohne besondere Dämpfung über ein ganzes Maschinengehäuse ausbreiten. Dies hat zur Folge, dass die Stoßimpulse des Lagers mit den höchsten Werten, unter ungünstigen Umständen, die Messungen an allen anderen Lagern stören.

Das Problem wird verstärkt, wenn die einzelnen Lager, wie in Getrieben üblich, unterschiedliche Größen und Drehzahlen haben. Ein Lager mit hoher Drehzahl hat einen hohen dBi-Wert und erzeugt auch unter guten Betriebsbedingungen relativ starke Stoßimpulse. Der gleiche Stoßimpulspegel, gemessen an einem Lager mit niedrigem dBi, könnte bereits auf einen verschlechterten Betriebszustand hinweisen.

In derartigen Fällen sollten Sie wie folgt vorgehen:

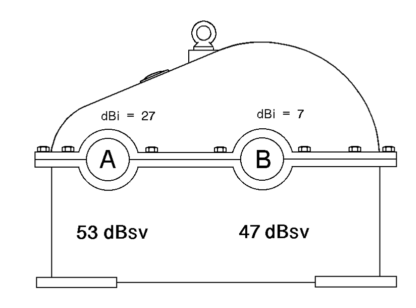
1. Messen Sie unnormiert (dBi-Einstellung auf - -) an allen Lagern. Dadurch wird die stärkste Stoßimpulsquelle identifiziert. In dem Beispiel ist das Lager A (53 dBsv) die stärkste Quelle.
HINWEIS: Werden Messungen mit dBi = “--” gemacht, gibt es keine grün-gelb-rot Bewertung (siehe Kapitel “Normierte Stoßimpulswerte mit dBi”)

2. Nur das stärkere Signal kann das schwächere überdecken. Damit wissen Sie auch die Richtung einer möglichen Signalüberlagerung. In unserem Fall muss die Signalüberlagerung vom Lager A auf Lager B sein.

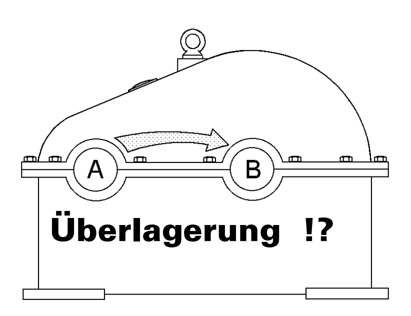
3. Normieren Sie jetzt die Messergebnisse, indem Sie die dBi-Werte abziehen. In unserem Beispiel erhalten Sie für Lager A 26 dBN und 40 dBN für Lager B.

Jetzt können Sie zwei Schlussfolgerungen ziehen: Das Messergebnis für Lager A, das von der stärkeren Quelle kommt, ist höchstwahrscheinlich korrekt. Der Zustand des Lagers ist zwar nicht gut (26 dB = gelbe Zone), aber noch nicht besorgniserregend.

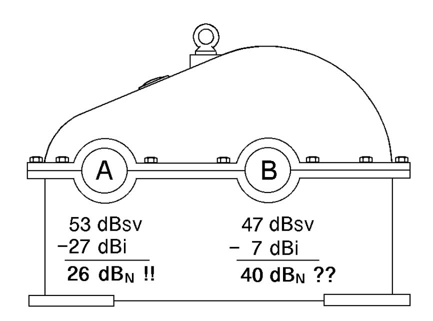
Der Messwert von Lager B kann richtig sein, ist aber vermutlich falsch. Sollte er richtig sein, so bedeutet er einen schlechten Lagerzustand (40 dB = rote Zone). Sie können dies mit dem Messgerät jedoch nicht verifizieren, solange sich der Zustand nicht noch mehr verschlechtert und Lager B die stärkere Quelle wird. Die einzige Lösung besteht daher in häufigen Messungen und im Vergleich der Messergebnisse von beiden Lagern.



1 Unnormierte Messungen zur Identifizierung der stärksten Quelle



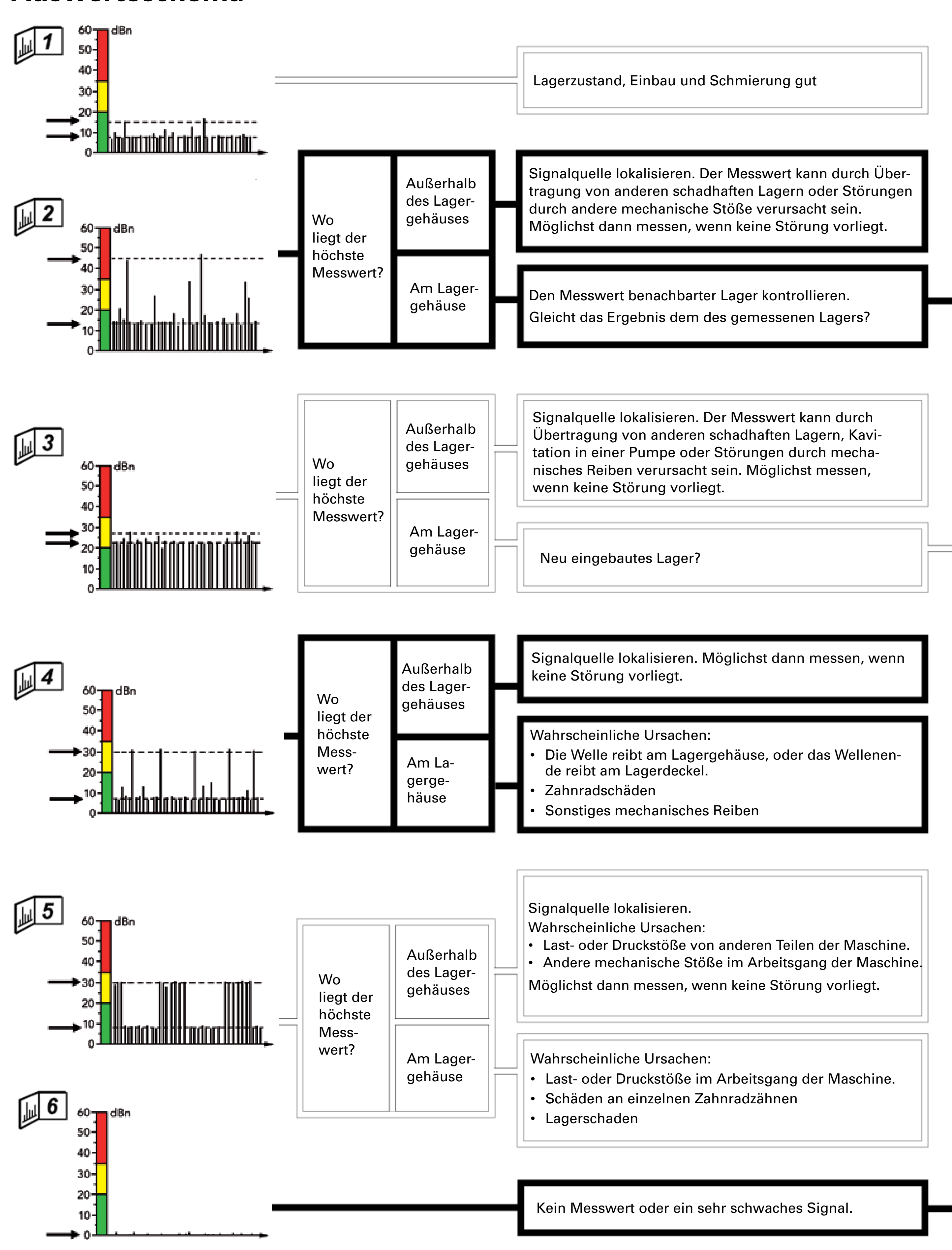
2 Überlagerung geht in Richtung von der starken zu der schwachen Quelle

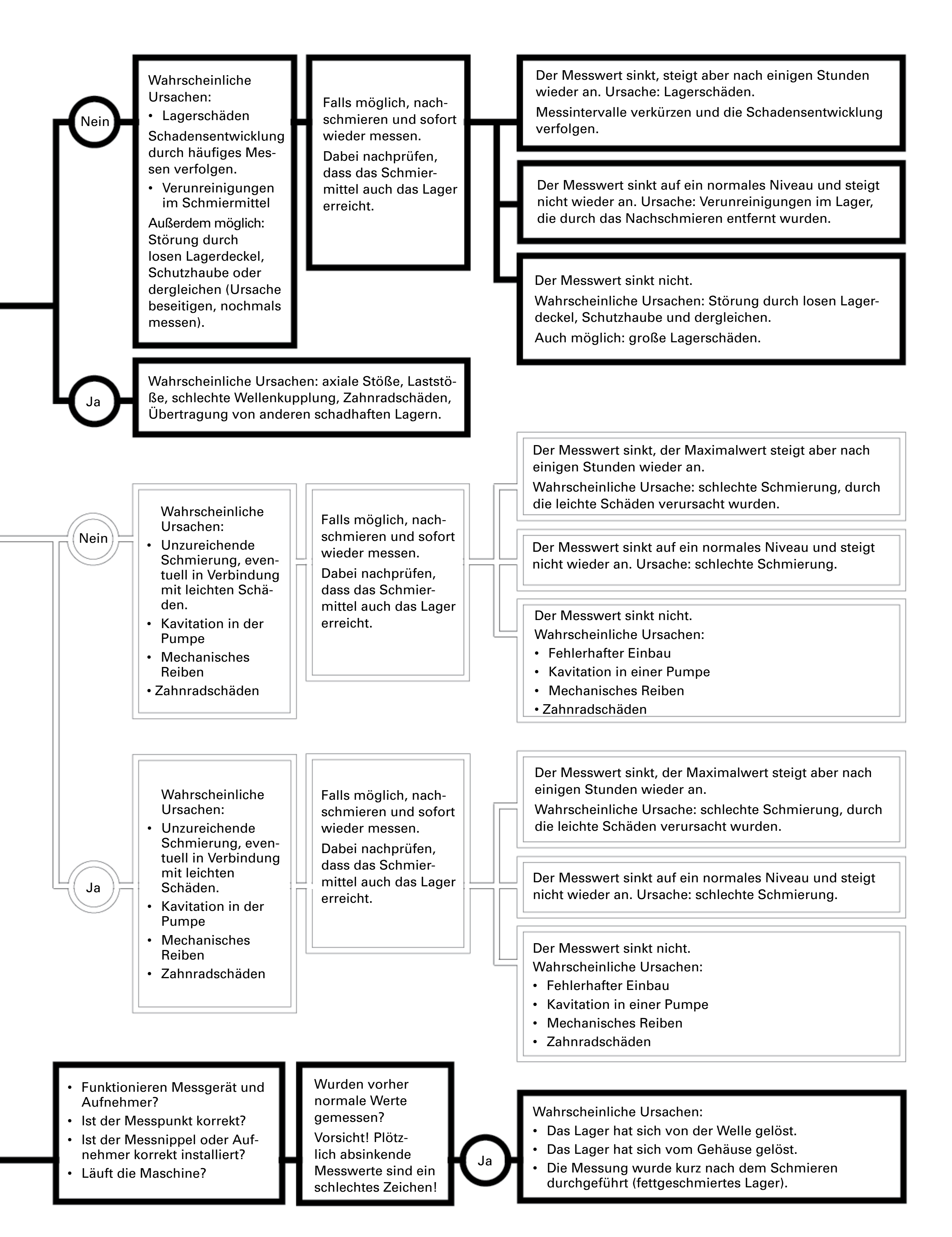


3 Das Messergebnis von der starken Quelle ist meist richtig.

Das Messergebnis von der schwachen Quelle kann nicht verifiziert werden.

Auswerteschema




Nein
Wahrscheinliche Ursachen:
• Lagerschäden
Schadensentwicklung durch häufiges Messen verfolgen.
• Verunreinigungen im Schmiermittel
Außerdem möglich: Störung durch losen Lagerdeckel, Schutzhaube oder dergleichen (Ursache beseitigen, nochmals messen).
Falls möglich, nachschmieren und sofort wieder messen.
Dabei nachprüfen, dass das Schmiermittel auch das Lager erreicht.
Der Messwert sinkt, steigt aber nach einigen Stunden wieder an. Ursache: Lagerschäden.
Messintervalle verkürzen und die Schadensentwicklung verfolgen.
Der Messwert sinkt auf ein normales Niveau und steigt nicht wieder an. Ursache: Verunreinigungen im Lager, die durch das Nachschmieren entfernt wurden.
Der Messwert sinkt nicht.
Wahrscheinliche Ursachen: Störung durch losen Lagerdeckel, Schutzhaube und dergleichen.
Auch möglich: große Lagerschäden.
Ja
Wahrscheinliche Ursachen: axiale Stöße, Laststöße, schlechte Wellenkupplung, Zahnradschäden, Übertragung von anderen schadhaften Lagern.
Nein
Wahrscheinliche Ursachen:
• Unzureichende Schmierung, eventuell in Verbindung mit leichten Schäden.
• Kavitation in der Pumpe
• Mechanisches Reiben
• Zahnradschäden
Falls möglich, nachschmieren und sofort wieder messen.
Dabei nachprüfen, dass das Schmiermittel auch das Lager erreicht.
Der Messwert sinkt, der Maximalwert steigt aber nach einigen Stunden wieder an.
Wahrscheinliche Ursache: schlechte Schmierung, durch die leichte Schäden verursacht wurden.
Der Messwert sinkt auf ein normales Niveau und steigt nicht wieder an. Ursache: schlechte Schmierung.
Der Messwert sinkt nicht.
Wahrscheinliche Ursachen:
• Fehlerhafter Einbau
• Kavitation in einer Pumpe
• Mechanisches Reiben
• Zahnradschäden
Ja
Wahrscheinliche Ursachen:
• Unzureichende Schmierung, eventuell in Verbindung mit leichten Schäden.
• Kavitation in der Pumpe
• Mechanisches Reiben
• Zahnradschäden
Falls möglich, nachschmieren und sofort wieder messen.
Dabei nachprüfen, dass das Schmiermittel auch das Lager erreicht.
Der Messwert sinkt, der Maximalwert steigt aber nach einigen Stunden wieder an.
Wahrscheinliche Ursache: schlechte Schmierung, durch die leichte Schäden verursacht wurden.
Der Messwert sinkt auf ein normales Niveau und steigt nicht wieder an. Ursache: schlechte Schmierung.
Der Messwert sinkt nicht.
Wahrscheinliche Ursachen:
• Fehlerhafter Einbau
• Kavitation in einer Pumpe
• Mechanisches Reiben
• Zahnradschäden
• Funktionieren Messgerät und Aufnehmer?
• Ist der Messpunkt korrekt?
• Ist der Messnippel oder Aufnehmer korrekt installiert?
• Läuft die Maschine?
Wurden vorher normale Werte gemessen?
Vorsicht! Plötzlich absinkende Messwerte sind ein schlechtes Zeichen!
Ja
Wahrscheinliche Ursachen:
• Das Lager hat sich von der Welle gelöst.
• Das Lager hat sich vom Gehäuse gelöst.
• Die Messung wurde kurz nach dem Schmieren durchgeführt (fettgeschmiertes Lager).

Temperaturmessung

Die Temperaturmessung wird kontaktlos mittels Infrarotsensor (IR) durchgeführt. Der Sensor befindet sich auf der Geräteoberseite, neben der Sondenspitze.

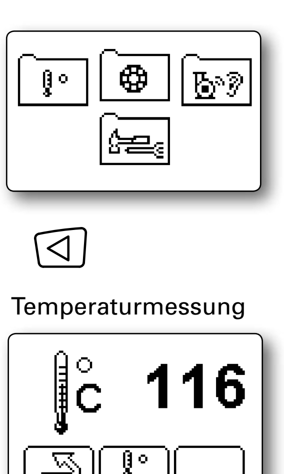


Das Sensorfenster ist durch ein Filter für Infrarotstrahlung abgedeckt. Wenn dieses Fenster verschmiert ist (z.B. durch Wasser), kann der Sensor nicht die korrekte Strahlung feststellen und liefert deshalb ein falsches Ergebnis.

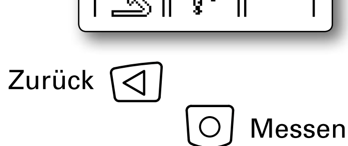
Eine polierte Metalloberfläche emittiert weniger Strahlung als eine lackierte Oberfläche. Will man eine polierte Oberfläche messen, muss man gegebenenfalls ein Stück Papier anbringen, oder die Stelle lackieren, um ein korrektes Ergebnis zu erhalten. Beachten Sie auch, dass eine blanke Oberfläche auch die Hitzestrahlung von umliegenden Objekten reflektieren kann.

Emissionsgrad häufig vorkommender Materialien:

Material	Emissionsgrad
Messing, poliert	0,03
Messing, oxidiert	0,61
Kupfer, grob poliert	0,07
Kupfer, schwarz, oxidiert	0,78
Farbe, Lacke, schwarz	0,96
Aluminiumfolie	0,09
Blei, oxidiert	0,43
Eisen, korrodiert	0,78
Eisen, oxidiert	0,84



Der Betrachtungswinkel des Sensors ist 60° und ergibt daher eine Messfläche mit 36 mm Durchmesser im Abstand der Sondenspitze.



Temperatur messen:
Im Hauptdisplay die LINKS Pfeiltaste drücken um zum Temperaturmodus zu gelangen. Die Sondenspitze an die zu messende Oberfläche drücken und die Messtaste drücken. Für genaue Messungen sollten zwei Folgemessungen im Abstand von ein paar Sekunden gemacht werden. Die Messungen werden so lange fortgesetzt, solange die Messtaste oder die Sondenspitze gedrückt bleibt. Mit der LIKNS Pfeiltaste kehrt man zum Hauptmenü zurück.

HINWEIS: Verwendet man einen externen Timken Aufnehmer, muss die Temperaturmessung manuell gemacht werden (siehe vorherigen Absatz).

Eine Temperaturmessung wird automatisch bei jeder Timken Messung gemacht:
Damit man das Ergebnis der Temperaturmessung sehen kann, aktiviert man im Lagermenü mit den LINKS/RECHTS Pfeiltasten das Zurücksymbol und drückt danach die RAUF Pfeiltaste um zum Hauptmenü zu gelangen. Mit der LINKS Pfeiltaste kommt man zum Temperaturmenü und kann das Ergebnis sehen. Der angezeigt Wert stammt immer von der letzten Messung, egal ob automatisch oder manuell (siehe oben) gemessen wurde. Zum Hauptmenü gelangt man wieder mit der LINKS Pfeiltaste.

Verwenden der Stethoskopfunktion

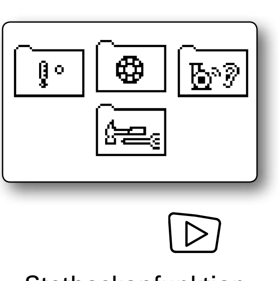
Die Stethoskopfunktion ist eine nützliche Funktion zum Aufspüren von Maschinengeräuschen.

Schließen Sie Ihren Kopfhörer am Ausgang (7) an. Im Hauptmenü drücken Sie die RECHTS Pfeiltaste um in den Stethoskopmodus zu gelangen. Die Sondenspitze am Objekt anhalten. Mit den RAUF/RUNTER Pfeiltasten die Lautstärke verändern (1-8).

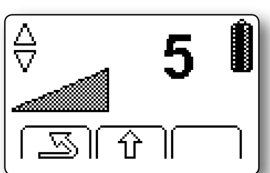
HINWEIS: Wird die Lautstärke auf Maximum gestellt, kann dies das Gehör beeinträchtigen.

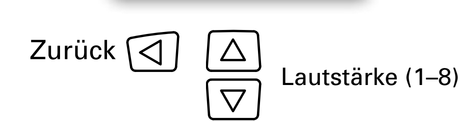
Mit der LINKS Pfeiltaste gelangt man ins Hauptmenü zurück.











Technische Daten

Gehäuse:	ABS/PC
Abmaße:	158 x 62 x 30 mm
Gewicht:	185 g inkl. Batterien
Tastatur:	abgedichtet (Silicongummi)
Display:	Graphisch monochrom, 64 x 128 Pixels, LED Hintergrundbeleuchtung
Lagerzustandsanzeige:	grüne, gelb und rote Leuchtdioden
Messungsanzeige:	blaue Leuchtdiode
Versorgung:	2 x 1.5 V AA Batterien, Alkali oder Akkus
Batterielebensdauer:	> 20 Stunden Normalbetrieb
Betriebstemperatur:	0 °C bis +50 °C (32 °F bis 122 °F)
Eingang:	Lemo Koaxial, für externe Aufnehmer (Tastsonde oder Schnellkupplung)
Ausgang:	3,5 mm Stereo-Ministecker für Kopfhörer
Allgemeine Funktionen:	Batterieanzeige, Test der Messstrecke, metrische oder englische Maßeinheiten, sprachunabhängige Menüs mit Symbole, Speicher für bis zu 10 Messwerte

Stoßimpulsmessung

Messtechnik:	dBm/dBc, Messbereich -9 – 90 dB, ± 3 dB
Aufnehmertype:	eingebaute Tastsonde

Temperaturmessung

Temperaturbereich:	–10 bis +185 °C (14°F - 365°F)
Auflösung:	1 °C (1 °F)
Sensortype:	Thermopile Sensor TPS 334/3161, eingebauter kontaktloser IR-Sensor

Stethoskop

Kopfhörermodus:	8-stufige Verstärkung

Artikelnummer

BC100	Bearing Checker, exkl. Batterien

Zubehör

EAR12	Kopfhörer
TRA73	Handtastsonde
TRA74	Aufnehmer mit Schnellkupplung für Messnippel
CAB52	Messkabel, 1.5 m, Lemo - BNC steckbar
15286	Gürteltasche für Handtastsonde
15287	Gürteltasche für Zubehör
15288	Schutzhülle mit Tragriemen
15455	Schutzhülle mit Gürtelclip und Tragriemen
93363	Kabeladapter, Lemo - BNC
93062	Kabeladapter, BNC - TNC, Stecker-Kupplung

Überprüfung und Kalibrierung

Eine Gerätekalibrierung, z.B. in Zusammenhang mit einem ISO Qualitätsstandard, ist einmal jährlich empfohlen.
Für Service, Software-Upgrading oder Kalibrierung kontaktieren Sie Ihre Timken Vertretung.

EU Directive on waste electrical and electronic equipment
WEEE is EU Directive 2002/96/EC of the European Parliament and of the Council on waste electrical and electronic equipment.

The purpose of this directive is, as a first priority, the prevention of waste electrical and electronic equipment (WEEE), and in addition, the reuse, recycling and other forms of recovery of such wastes so as to reduce the disposal of waste.

This product must be disposed of as electronic waste and is marked with a crossed-out wheeled bin symbol in order to prevent it being discarded with household waste.

Once the life cycle of the product is over you can return it to your local Timken representative for correct treatment, or dispose of it together with your other electronic waste.

Timken Follow-up Form

TIMKEN
Where You Turn

Bearing Tester

dB_i	dB_N 50 40
d	30 20
n	10
	dB_M
	dB_C

dB_i	dB_N 50 40
d	30 20
n	10
	dB_M
	dB_C

dB_i	dB_N 50 40
d	30 20
n	10
	dB_M
	dB_C

dB_i	dB_N 50 40
d	30 20
n	10
	dB_M
	dB_C



Wälzlager • Stahl • Präzisions-Komponenten • Schmierung • Dichtungen • Wiederaufarbeitung • Reparatur • Industrielle Dienstleistungen

www.timken.com